

دكتور حسن سيد احمد البوسين
أستاذ الجغرافيا الطبيعية
جامعة القاهرة

الاقيانوغرافيا
دراسات في
جغرافية البحار والمحيطات

الطبعة الثانية

١٩٧٦

«الأقليات عرقيًا»
دراسات
جغرافية البحار والمحيطات

تأليف

الدكتور حسين سيد أحمد أبو العنين

M. A., Ph. D., Sheffield (U. K.)

أستاذ الجغرافيا الطبيعية ، كلية الآداب
جامعة الاسكندرية

الطبعة الثانية

مكتبة الثقافة الجامعية
بالاسكندرية

دراسات في
جغرافية البحار والمحيطات

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَأُولَئِكَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنْ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَا رَتْقًا
فَفَتَقْنَاهَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ

صَبَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

الامضاء

إلى ... مروات

تصویر _____ لایر

على الرغم من أن المسطحات المائية تشغل نحو ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية ، إلا أن الدراسات الجغرافية اقتصرت عنايتها منذ القدم على دراسة جغرافية الربع الآخر من سطح الأرض - ألا وهو اليابس . ولكن في هذا العصر الحديث ، فقد فاجت فيه الأرض بسكانها من البشر ، وتوالى إطراد الزيادة السكانية بصورة تدعو إلى القلق والخوف على مستقبل العائلة البشرية ، تبعاً للإرتفاع المستمر في معدلات المواليد ، والإخفاض التدريجي في معدلات الوفيات بالعالم . ويظهر من دراسة الإحصاءات أن المجموع الكلي لسكان العالم منذ حوالي ثلاثة قرون مضت لم يزد عن ٥٤٠ مليون نسمة . ولكن ارتفع عدد سكان العالم إلى نحو ١١٧٠ مليون نسمة عام ١٨٥٠ ، وأصبح عدد سكان العالم في الوقت الحاضر يربو على ٤٠٠٠ مليون نسمة .

وأشار علماء الاقتصاد إلى ضرورة العمل على زيادة الإنتاج الإقتصادي العالمي حتى تتناسب أعداد الجنس البشرى مع الموارد الطبيعية والغذائية فوق سطح هذا الكوكب ؛ ولما كانت الأرض الطيبة قد استغلت في الإنتاج الزراعى قروناً طويلة خلال فترات التاريخ البشرى كما هو الحال فى الصين ، وهند ، وجمهورية مصر العربية ، وأصبحت لا تجود إلا بالقليل الذى لا يكاد يكفى لإطعام الأعداد الغفيرة من البشر ، عنت الحكومات المختلفة باستغلال موارد طبيعية جديدة ؛ وعلى ذلك فتح مجال إستغلال مياه البحار والمحيطات ،

واستخلاص ما بها من غذاء واقتناص ما تحتوية المياه من كائنات ، وجمع ما قد يوجد على شواطئها من أعشاب ونباتات ، وإعداد كل هذه الموارد الطبيعية الجديدة لتوفير الغذاء للسكان . وهكذا استغلت الأسماك في غذاء كثير من الشعوب ، أما تلك الأسماك الأخرى التي لا تؤكل فقد استغلت حديثاً في صنع دقيق السمك ، الذي يخلط بهلف الحيوان لإحتوائه على نسبة كبيرة من المواد البروتينية ، كما يستخرج من بعض العائلات السمكية ، الزيوت والشحوم المختلفة . وقد تبين أن زيت السمك يحتوى على نسبة كبيرة من الأحماض الأمينية الهامة لجسم الإنسان ، هذا إلى جانب إحتوائه على فيتامين آ ، د وكميات كبيرة من الفوسفور . وتعد لحوم الأسماك سهلة الهضم إذا ما قورنت بلحوم الطيور أو الحيوانات ؛

وقد اتخذت بعض الشعوب من البحر ملجأ لهم . فيسكن بعض اليابانيين في قوارب وعوامات مثبتة على طول السواحل البحرية . كما يعيش كثير من الصينيين في قوارب نهريّة ، وكلما تطلّ أقدامهم الأرض اليابسة إلا هند نضاء حاجاتهم الملحة :

ويؤكد علماء الأقيانوغرافيا (الباحثون في أفرع علوم البحار والمحيطات) : أن الإنسان لم يستغل المسطحات البحرية إستغلالاً إقتصادياً مجزياً حتى اليوم . فلا تزيد مساحة المسطحات المائية المستغلة في الصيد بالبحار والمحيطات عن ١٠ ٪ من جملة مساحة المسطحات المائية فوق القشرة الأرضية . ويشير الباحثون إلى أن قاع البحر مازال حتى اليوم بعيداً عن الإستغلال البشرى ، لما تحتوية هذا القاع من رواسب ومعادن وما قد يتجمع في صخوره للقارية للقرية لأطراف القارات من خزانات بترولية لم يكتشف منها الإنسان إلا الذئب اليسير ؛

وقد استدعت حاجتنا الملحة للموارد الإقتصادية الجديدة ، إلى البحث عن المزيد من الموارد الثنائية اللازمة للإنسان بمياه البحار والمحيطات . وتبعاً لإهتمام الإنسان بمعرفة حالة الطقس والتنبؤ بمظاهره اليومية لخدمة الملاحة الجوية ،

والملاحة البحرية ، وحماية السواحل والموانئ من فعل تآكل أمواج البحر لها ، وإعذاب مياه البحر وإستغلالها في المناطق التي يقل فيها سقوط الأمطار ، والبحث عن المعادن التي قد تكون متركة فوق أرضية البحار ، كان لزاماً على الباحثين الكشف عن خبايا البحار والمحيطات . وعلى ذلك أهتمت حكومات العالم و هيئاته العلمية وجامعاته ، بدراسة الخصائص الطبيعية ، والكيميائية والبيولوجية لمياه البحار والمحيطات حتى يمكن إستغلالها أعظم إستغلال . وساهمت بعض هذه الحكومات في إنشاء معاهد علوم البحار مثل معهد سكريبس بكاليفورنيا ومعهد ميامي الواقع على الساحل الجنوبي الشرقي لفلوريدا ، ومرصد لمونت الجيولوجي بنيويورك . وأنتشرت معاهد علوم البحار والمحيطات في العالم القديم . ونذكر منها على سبيل المثال معاهد جوتنبرج في السويد ، وبرجن في النرويج و نابولي في إيطاليا ، وموناكو في إمارة موناكو ، وطوكيو في اليابان ، ومعهد علوم البحار والمصايد في الاسكندرية بجمهورية مصر العربية . هذا إلى جانب إنشاء متاحف الأحياء البحرية التي تحتوى على كائنات بحرية نادرة ومتنوعة من بحار العالم المختلفة ومن أشهر هذه المتاحف ، المتحف البحري بموناكو ، والمتحف البحري بنابولي ، ومتحف الأحياء البحرية في الغردقة بجمهورية مصر العربية . وقد زودت معظم هذه المعاهد الأقيانوغرافية بأحدث الأجهزة والأدوات ، والسفن العلمية اللازمة لإجراء الأبحاث الخاصة بمياه البحار والمحيطات .

وفي عصرنا الحديث أنشأت معظم جامعات العالم ، أقساماً علمية خاصة لدراسة علوم البحار والمحيطات . وقد عتبت الكليات العلمية بالتخصص في دراسة بعض أفرع علوم البحار والمحيطات ، أى يتخصص فيها كل مجموعة من الدارسين بدراسة فرع معين من أفرع علوم البحار والمحيطات المختلفة ، مثل بيولوجية البحار ، جيولوجية قاع البحر ، الخصائص الطبيعية أو الكيميائية لمياه البحر . أو الدراسات الجيوفيزيائية .

ولما كانت الدراسات الجغرافية هي محصلة نتائج العلوم المختلفة ، أصبح

على دارس جغرافية البحار والمحيطات أن يلم إلماماً عاماً بأفرع علوم الجيواز والمحيطات ، ثم يلزمه بعد ذلك إيضاح العلاقة بين نتائج هذه الدراسات الطبيعية ، والكيميائية ، والبيولوجية ، وطبيعة الإستغلال الإقتصادي والأهمية الاستراتيجية الحالية للمسطحات المائية . بل أصبح على الجغرافي حسب التنبؤ بالمسطحات البحرية الواجب استغلالها قبل غيرها من المسطحات البحرية الأخرى نبغاً لما تدل عليه خصائصها الجغرافية العامة . وعلى ذلك فإن الجغرافي هو المنظم أو المخطط العام لكيفية إستغلال مياه البحار والمحيطات إقتصادياً : فقد يؤكد الباحث البيولوجي وفرة العائلات السمكية بمياه بحرية معينة (كما أشار عبد الرحمن أنحولى في كتابه مصائد البحر الأحمر القاهرة ١٩٦٥ ، عن عظم حضوية مياه البحر الأحمر القريبة من الساحل الجنوبي الشرقى لمصر) ولكن يوضح الجغرافيون أنه عند إستغلال مثل هذه المسطحات المائية الواقعة بعيداً عن مراكز الاستهلاك ، لابد أولاً من التغلب على بعض المشاكل الجغرافية الأخرى وذلك مثل مد الطرق البرية ، وتوفير المرافق المائية والمياه للسكان في هذه المناطق النائية .

ومنذ أكثر من قرن مضى تنبأت الدراسات الجغرافية بوجود مصائد عظيمة للأسماك أمام ساحل بيروت ، ولكن لم تستغل مياه هذا الساحل استغلالاً إقتصادياً مجزياً ، إلا منذ نحو عشرة أعوام وأصبحت اليوم من أعظم مصائد الأسماك البحرية في العالم :

وقد أهتمت جامعاتنا ومعاهدنا العلمية المصرية حديثاً ، كبقية الجامعات الكبرى في العالم ، بتدريس جغرافية البحار والمحيطات لدارسي الجغرافيا حتى يدرك الطالب الأهمية الإقتصادية للمسطحات المائية التي تكتنف بلادها . والأمل كبير في توثيق نتائج الأبحاث العملية لعلوم البحار والمحيطات بالتقنيات والاحتمالات التي تشير إليها جغرافية البحار والمحيطات حتى يمكن وضع الخطط العلمية المنظمة لإستغلال الثروة المائية ومحيطات وطننا العربي الكبير أحسن إستغلال .

وحيث لا تزال مكة الجغرافية العربية تعاني نقصاً واضحاً في مجال هذه الدراسات الحديثة ولم يصدر من الكتب العربية العامة في هذا الموضوع سوى بضعة كتب لا يزيد عددها عن عدد أصابع اليد الواحدة، وجدت من واجبي أن أقوم بإعداد هذا الكتاب ، لعله يسد جزءاً من الفراغ الذي تعانيه مكتبة العربية .

وقله عرضت أبواب هذا الكتاب وموضوعاته في ثوب جديد عما عرفته الكتب العربية من قبل في هذا المجال. وتختلف طريقة ترتيب هذا الكتاب كذلك عما جاء في كثير من الكتب الأجنبية التي تناقش موضوعات هذا العلم . وقد : ود اكتاب بعدد كبير من الرسوم والخرائط التي تعين القارئ على فهم ما جاء فيه . وبلغ عدد الخرائط مائة وخمس عشرة خريطة ، منها احتوى الكتاب على سبع وعشرين لوحة تصويرية :

ولا يفوتني في النهاية شكر جميع زملائي الأساتذة الذين دأبوا على تشجيعي معنوياً لخراج هذا الكتاب ، راجياً أن أكون قد وفقت في تحقيق ما يبتغون وأن أكون دائماً عند حسن ظنهم . وإنني أرحب بكل ما يقدمه المختصون والقراء من نقد وأفكار ، آملاً أن تزدهر معلوماتنا الجغرافية عن البحار والمحيطات ، وأن تنتشر هذه الثقافة في أنحاء ربوع العالم العربي .

والله وحده ولي التوفيق :

المؤلف

بيروت في ١٠ - ٥ - ١٩٦٧

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مقدمة

يتناقص هذا الكتاب الملامح العامة للبحار والمحيطات والخصائص الطبيعية والبيولوجية للمسطحات المائية والإشارة إلى أهميتها الاقتصادية والتي تهتم بها بحاث الجغرافيا والقارئ لها معاً . وقد حاول الكاتب تفضي ذكر المعادلات والقوانين الخاصة بالمنهج الرياضي للأفرع المختلفة من هذه الدراسة ، إلا في حالات خاصة حتى يسهل على القارئ العام والجغرافي وغيرهما أن يتابعوا الإطلاع على موضوعات هذا الكتاب في سهولة ويسر :

ويتقسم الكتاب إلى ثمانية أبواب ، تضم عشرين موضوعاً : ويختص الباب الأول بتعريف علم جغرافية البحار والمحيطات وصلة هذا العلم بأفرع العلوم الأخرى . ثم دراسة تاريخية لإيضاح المراحل المتعاقبة التي اكتشف خلالها أبعاد البحار والمحيطات وأثر ذلك في نشأة الفكر الأقيانوغرافي وتطوره . وعالج هذا الباب كذلك الوسائل المختلفة التي يمكن بواسطتها أن نجمع معلوماتنا عن ماهية البحار والمحيطات ، وخصائصها الطبيعية ، والبيولوجية المختلفة :

ويتناقص الباب الثاني ميلاد الكرة الأرضية وكيفية تكوين قشرتها الخارجي وفيه عرض للنظريات العلمية المختلفة التي رجحت لتفسير تكوين الأحواض المحيطية العظمى ونشأة مياه البحار والمحيطات وتجمعها في هذه الأحواض . وهذا إلى جانب دراسة وافية لموضوع تذبذب مستوى سطح البحر خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة ، وطبيعة التغير في المستوى الحالي لسطح البحر .

ويظهر في البابين الثالث والرابع دراسة للخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحار والمحيطات ، مع إبراز الحقائق التي يلزم الجغرافي أن يكون على دراية تامة بها لما لها من أثر واضح في تشكيل بعض العوامل الجغرافية الأخرى (عناصر المناخ والتي تشمل الحرارة والضغط والرياح والأمطار ...) هذا بالإضافة إلى دراسة الكتل المائية بالبحار والمحيطات ومدى أثرها في تعديل الخصائص العامة لمياه البحار والمحيطات .

ولما كانت مياه البحر في حالة عدم إستقرار دائم ، فقد عالج الباب الرابع موضوع حركة المياه ومظاهرها العامة . وفيه دراسة تفصيلية لعملية المد والجزر وحدوثها في مياه البحار والمحيطات والخليجان والأنهار ودراسة الأمواج والتيارات البحرية بالمسطحات المائية المختلفة .

وحيث إن قاع البحار والمحيطات هو عبارة عن أرضية لخزانات عظمى تتجمع فوقها المخلوقات الإرسابية النهرية ، والرواسب الجليدية ، والأترربة والرمال التي تذروها الرياح ، والمصهورات البركانية المنبثقة من باطن كوكب الأرض ، كما أن هذا القاع كذلك عبارة عن مستودع للمواد المختلفة من الإشعاعات الذرية ، ولما تفقدته مصارف المصانع والمجارى من مياه ملوثة رمواد غريبة ، فقد ناقش البابان الخامس والسادس مورفولوجية قاع البحار والمحيطات ، وتمييز الظواهر التضاريسية الكبرى التي تشكل الأعماق البعيدة والأعماق الضحلة . كما عالج ههنا البابان إختلاف أشكال السواحل البحرية من ساحل إلى آخر ، وكيفية تصنيف هذه السواحل جيومورفولوجيا إلى مجموعات مختلفة . هذا إلى جانب دراسة الرواسب المتنوعة التي تراكمت فوق قاع البحار والمحيطات على أعماق متباينة .

ويشتمل الباب السابع على دراسة بيولوجية إقتصادية لمياه البحار والمحيطات . فيظهر على هذه الصفحات دراسة للكائنات الحية بالبحار والمحيطات ودورة نمو هذه الكائنات والعوامل الطبيعية التي تؤثر في هذه الدورة ، ثم تقسيم الكائنات الحية بالبحار إلى مجموعات مختلفة (الفيتو بلانكتون والزو بلانكتون - أسماكها

البنتوس - أسماك الدمرسال - أسماك البالحليك - الثدييات البحرية) تبعاً للبيئة التي تعيش فيها . ثم يعرض هذا الباب دراسة إقتصادية للإنتاج العالمى من الأسماك ، ولتطور هذا الإنتاج من عام ١٩٣٨ إلى عام ١٩٧٣ ، ودراسة وافية لإمكانيات الثروة السمكية في جمهورية مصر العربية .

ولا يخفى على القارئ أن المحيط الهادى يعد أعظم المحيطات مساحة على سطح الكرة الأرضية ، لذا فقد اختص الباب الثامن بعرض دراسة إقباوغرافية تطبيقية للمحيط الهادى . فعنى هذا الباب بإبراز الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياهه ، والجيولوجية والحيومورفولوجية لقاعه . كما أهتم كذلك بعرض أهميته الإقتصادية الحديثة ومرآحلت التنافس الاستعمارى الحديث بين الدول الكبرى الإستيلاء على جزر هذا المحيط ذات الأهمية الإستراتيجية العظمى .

وفي ختام هذا الكتاب وجدد الكاتب أنه من الضرورى إضاح أهمية علوم البحار والمحيطات فى حياتنا العملية . فإلى جانب أثر المسطحات المائية فى تشكيل عناصر المناخ الى تميز الظروف المناخية للأقاليم المختلفة من اليابس. أصبحت هذه المسطحات المائية مورداً لا غنى عنه لما تحتويه من ثروة غذائية ومعدنية . وفى الأقاليم الساحلية الى يقل فيها الموارد المائية مثل دولة الكويت ، وجهت العناية لإعذاب مياه البحر بطرق إقتصادية. كما يجرى فى الوقت الحاضر الكشف عن الخزانات البترولية فى الطبقات الصخرية القارية للرفارف القارية (هوامش القارات الواقعة تحت مياه البحر) حيث أثبتت بعض هذه الطبقات غناها بالبترول كما هو الحال بالنسبة لسواحل الخليج العربى وساحل فنزويلا بأمريكا الجنوبية وأجزاء من ساحل تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية .

ولانحنى علينا كذلك ، أهمية المسطحات المحيطية فى النقل البحرى العالمى إلى جانب عظم أهميتها الإستراتيجية . ولذا ألقى هذا الفصل بعض الضوء على أهمية المسطحات البحرية فى حياتنا العملية ، حيث إنه لو أحسن إستغلال هذه المسطحات لأمكن الإنسان أن يتغلب على مشكلة الجوع الى تعانى

منها بعض النفوس البشرية اليوم . كما قد تساهم هذه الثروات والموارد
الإقتصادية البحرية الجديدة فى احياء روح الأمل والإيمان بالمستقبل المشرق
للبلدان غير المتقدمة ، وتطور الدول النامية وتقدمها إقتصادياً ورقياً
إجتماعياً :

المؤلف

د. حسن أبو العينين

البَابُ الأولُ

الفصل الاول :

تعريف علم البحار والمحيطات ، وصلته بالعلوم الأخرى .

الفصل الثاني :

مراحل إكتشاف أبعاد البحار والمحيطات وأثر ذلك في
نشأة الفكر الأفيانوغرافي وتطوره .

الفصل الأول

تعريف علم البحار والمحيطات وصلته بالعلوم الأخرى

يتألف إصطلاح « علم البحار والمحيطات — الأقيانوغرافيا » من مقطعين مشتقين من اللغة اليونانية هما Oceanography ، حيث ترمز كلمة Ocean إلى البحر الذى يحيط بالأرض أى « البحر المحيط » ويطلق عليه باليونانية Okeanos — Wkeavos ، أما كلمة Graphy فمعناها « وصف أو الشكل العام » (١) على ذلك فإن كلمة أقيانوغرافيا يقصد بها الوصف العام للبحار والمحيطات . وقد يعبر عنها كذلك بجغرافية البحار والمحيطات (٢) . وبعد جون مارى J. Marry أول من استخدم تعبير « أقيانوغرافيا » استخداماً علمياً عند دراسته للخصائص الجغرافية العامة للبحار والمحيطات عام ١٨٨٠ .

وقد كان الإغريق يطلقون على البحر الأبيض المتوسط اسم « ثالاسا Thalasa » حيث لم تكن أبعاد المحيطات الكبرى (الهادى والأطلسى والهندي) معروفة لديهم . وحاول بعض الكتاب فى الولايات المتحدة الأمريكية إدخال إصطلاح « جغرافية البحر المحيط — Thalassography » . ولكن هذا الإصطلاح لم يقبـله معظم الباحثين ذلك لأن البحر المحيط ، فى العصر اليونانى يختلف عن مدلول البحر المحيط فى الوقت الحاضر .

1 - Stamp, D. L., "A glossary of geographical terms," London (1962)

٢ - شريف محمد شريف « جغرافية البحار والمحيطات » القاهرة ١٩٦٤ .

واوضح بعض الكتاب الاختلاف بين ماهية دراسة جغرافية البحار والمحيطات oceanography ، ودراسة علوم البحار والمحيطات الأكثر تخصصاً Oceanology (١) . فحيث تختص جغرافية البحار والمحيطات بالدراسة العامة الشاملة لمياه البحر ، وكائناته ، وأهميته الاقتصادية ، تهتم علوم البحار والمحيطات بالدراسة التفصيلية لكل فرع من الأفرع المختلفة لهذا العلم ، وذلك مثل جيولوجية البحار Marine geology ، وكيميائية مياه البحر Chemistry of sea-water والخصائص الطبيعية لمياه البحر ، وبيولوجيا مياه البحار Marine biology .

ولا يدخل علم البحار والمحيطات - الأقيانوغرافيا - تحت لواء الجغرافيا الطبيعية فقط ، بل يمت بصلة كبيرة كذلك للجغرافيا الاقتصادية . فإلى جانب دراسة الخصائص الطبيعية لمياه البحار ومورفولوجية قاع البحر ، والرواسب المختلفة التي تتجمع فوق هذا القاع ، تختص علوم البحار والمحيطات بدراسة الكائنات الحية بمياه البحار والمحيطات وتوزيعها الجغرافي والعوامل المختلفة التي تؤثر في هذا التوزيع ، بالإضافة إلى دراسة الإمكانات الاقتصادية الإستراتيجية لمياه البحار والمحيطات .

وتقسم علوم البحار والمحيطات إلى ثلاث مجموعات كبرى هي : -

(١) الأقيانوغرافيا الطبيعية : Physical oceanography

ويقصد بها دراسة الخصائص الطبيعية لمياه البحار ، أي دراسة حرارة المياه السطحية ، وحرارة المياه السفلية ، وتنوع درجة حرارة المياه على طول القطاعات الرأسية والأفقية بالمياه . ويضم هذا الفرع كذلك دراسة حركة المد والجزر ، والأمواج ، والتيارات البحرية ، هذا إلى جانب دراسة الأشكال

١ - لإصطلاح Oceanology يتركب من Ocean أى البحر المحيط و ology - معناها علم أو دراسة .

التضاريسية العامة لقاع البحار (١) . ويساهم في بناء معلومات الأقيانوغرافيا الطبيعية أفرع مختلفة من العلوم أهمها الجيولوجيا البحرية Marine geology وعلم الرواسب البحرية Marine sedimentology والجيومورفولوجيا Geomorphology وخاصة جيومورفولوجية السواحل ، والطبيعة Physics ، والطبيعة الأرضية- الجيوفيزيكا Geophysics ، والرياضيات Mathematics وعلم القوى-الديناميكا Dynamics ، وعلم المتورولوجيا الديناميكية Dynamic meteorology .

(٢) الأقيانوغرافيا الكيميائية : Chemical oceanography

وتختص بدراسة الخصائص الكيميائية لمياه البحار والمحيطات ، وذلك بتحديد نسبة الملوحة ودرجة الكثافة للكتل المائية المختلفة على طول قطاعات معينة . ويساهم علم الكيمياء Chemistry في تطور هذا الجانب من الدراسة وتقديمه . وقد نجح الكيميائيون في تعيين نسبة ملوحة مياه البحار والمحيطات ، ومعرفة التركيب الكيميائي لمياه البحار منذ عام ١٨٨٠ (٢) . كما استطاع ندمسون Knudsen عام ١٩٠٠ ، إيجاد العلاقة المترابطة بين كل من درجة حرارة مياه البحار ونسبة ملوحتها ودرجة كثافتها . وإنشاء الجداول الرياضية اللوغاريتمية التي عرفت باسمه (٣) .

(٣) الأقيانوغرافيا البيولوجية : Biological oceanography

وتعنى بدراسة الكائنات الحية التي تعيش في المياه، وذلك مثل انتشار المواد الغذائية بالمياه ، وتصنيف مجموعات الأسماك ، والقشريات ، والثدييات وخصائصها الفسيولوجية العامة تبعاً للبيئة الطبيعية التي تعيش فيها تلك الكائنات

- 1 - Von Arx, W. S., "Introduction to physical Oceanography" . Massachusetts, (1962) pl.
- 2 - Sverdrup, H. U. et al, " The oceans.. " Englewood Cliffs-11th edit. (1962) , p. 5.
- 3 - Knudsen, M. et al, " Hydrographical Tables... , " Copenhagen, 2ed. edit, (1901) .

وتختص هذه الدراسة كذلك بتميز المسطحات المائية الخصبة عن تلك المجذبة
بالبهار والمحيطات لما قد يكون لها من أهمية إقتصادية ويعد إدوار فوربس
E. Forbes ، أول من اهتم بدراسة الكائنات البحرية المختلفة في بيئاتها
الطبيعية البحرية المتنوعة وذلك منذ عام ١٨٣٩ .

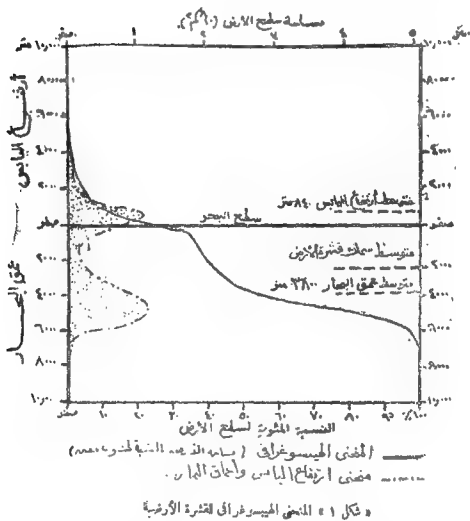
وقد نضاف إلى هذه الأفرع الثلاثة قائمة أخرى من العلوم التطبيقية الحديثة
والتي عنت بدورها بدراسة كيفية إستغلال البحار والمحيطات إقتصادياً
لصالح الجنس البشرى . ونذكر من هذه العلوم تلك الدراسات التي تلخ
تحت نطاق الهندسة التطبيقية والتي تعنى بتنفيذ المشروعات الخاصة بتوليد
الكهرباء من مياه البحار واستخراج الأملاح وإعذاب مياه البحار .

ولكن يجب أن نضع في الاعتبار أنه ليس من الحكمة أن نفصل بين كل
مجموعة من هذه العلوم الأقيانوغرافية عن غيرها من العلوم الأخرى ، ذلك
لأن نتائج فرع ما منها قد تفيد المجال الدراسي في فرع آخر. فدراسة المسطحات
المائية الرئيسية لصيد الأسماك بالبحار يلزم أن ترتبط بالدراسات البيولوجية
التي تشير إلى الخصائص البيولوجية للمياه (مدى وفرة المواد الغذائية Nutrient
material والفيوتوبلانكتون) ، وتنوع الكائنات البحرية وعلاقتها
بالخصائص الطبيعية والكيميائية للمياه . ويتوقف نجاح المشروعات الهندسية
الصناعية التطبيقية ، ومدى إستغلال البحار والمحيطات إستغلالاً إقتصادياً
مجزياً ، على ما تقدمه الدراسات الطبيعية والبيولوجية والكيميائية لمياه البحار من
نتائج وحقائق لا بد من وضعها في الإعتبار عند تنفيذ المشروعات المختلفة ،
وقد أكدت هذه الحقيقة في أول تقرير للمجمع العلمى العالمى لعلوم البحار
والمحيطات الذى انعقد عام ١٩٠٢

International Council For The Study Of The Sea

وعند الحديث عن التوزيع الجغرافى للمسطحات المائية بالنسبة لكوكب
الأرض وقشرته الخارجية يجب أن نميز بين نقطتين مختلفتين هم ١ : -

١ - من حيث الامتداد الراسي للمسطحات المائية : أى العلاقة بين سمك الغلاف المائى بالنسبة إلى سمك صخور كوكب الأرض . وفى هذه الحالة نلاحظ أن المسطحات المائية عبارة عن غلاف رقيق السمك يحيط بالكرة الأرضية ويبلغ متوسط سمكه نحو ٢,٤ ميل أى ما يعادل نحو ١ : ١٦٨٠ من متوسط نصف قطر الكرة الأرضية :



ب - من حيث الامتداد الأفقى للمسطحات المائية : أى العلاقة بين التوزيع الجغرافى للمسطحات المائية بالنسبة لتوزيع اليابس على سطح الأرض : وهنا

بالإضافة أن جملة مساحة المسطحات المائية تبلغ نحو ٢٥٤,٠٠٠ كم^٢ أي نحو ٧٠,٨ في المائة من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية . بينما تبلغ جملة مساحة اليابس نحو ١٤٨,٨٤٧,٠٠٠ كم^٢ أي ٢٩,٢٪ من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية ويمثل المحيط الهادئ وحده نحو ١/٦ مساحة سطح الكرة الأرضية ، بينما تبلغ مساحة المحيط الأطلسي والهندي نحو ١/٦ ، ١/٦ مساحة سطح الكرة الأرضية على التوالي .

وقد تبين أن أعماق المحيطات أعظم ضخامة بكثير من إرتفاع اليابس . فبينما يبلغ متوسط إرتفاع اليابس نحو ٨٤٠ متر ، يبلغ متوسط عمق المحيطات ٣٨٠٠ متر . ولو فرض أن تلاشت تضاريس قشرة الأرض واتخذت شكل السهل المستوى تماماً ، لأصبح في إمكان المسطحات المائية الحالية أن تغطي سطح الكرة الأرضية ببحر عظيم يبلغ متوسط عمقه نحو ٨٨٠٠ قدم . (شكل ١)

ومن دراسة المناسيب المختلفة لأجزاء اليابس ، يتبين أن أراضي اليابس الواقعة بين منسوب ٦٠٠ الى ٣٠٠٠ قدم تبلغ مساحتها نحو ٢٦ مليون ميل مربع وتبلغ نسبتها نحو ١٣٪ من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية . أما تلك المناطق التي يزيد إرتفاعها عن ١٢٠٠٠ قدم ، فهذه تقل نسبة مساحتها عن ١٪ من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية كما يتضح من الجدول الآتي :

| المنسوب بالأقدام | مساحة اليابس عند هذا المنسوب (ملايين الأميال المربعة) | نسبة هذه المساحة إلى جملة مساحة سطح كوكب الأرض |
|------------------|--|--|
| أكثر من ١٢٠٠٠ | ٢ | ١٪ |
| من ٦٠٠٠ - ١٢٠٠٠ | ٤ | ٢ |
| من ٣٠٠٠ - ٦٠٠٠ | ١٠ | ٥ |
| من ٦٠٠ - ٣٠٠٠ | ٦٢ | ١٣ |
| من صفر - ٦٠٠ | ١٥ | ٨ |
| المجموع | ٥٧ | ٩٠٪ |

أما بالنسبة للمستطحات المائية فيلاحظ أن الأعماق التي تقع فيما بين خط الساحل وعمق ٦٠٠ قدم لا تمثل أكثر من ٥٪ من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية . أما تلك الأعماق التي تقع فيما بين عمق ١٢٠٠٠ - ١٨٠٠٠ قدم فهذه تمثل نحو ٤١٪ من جملة مساحة سطح الكرة الأرضية . ويوضح الجدول الآتي مساحة أرضية البحار والمحيطات عند الأعماق المختلفة ، ونسبة هذه المساحة إلى المساحة الكلية لسطح كوكب الأرض :

| العمق بالأقدام | مساحة أرضية البحار عند العمق (بملايين الأميال المربعة) | نسبة هذه المساحة إلى جملة مساحة سطح كوكب الأرض |
|----------------|---|---|
| صفر - ٦٠٠ | ١٠ | ٥٪ |
| ٦٠٠ - ٣٠٠٠ | ٧ | ٣ |
| ٣٠٠٠ - ٦٠٠٠ | ٥ | ٢ |
| ٦٠٠٠ - ١٢٠٠٠ | ٧٢ | ١٥ |
| ١٢٠٠٠ - ١٨٠٠٠ | ٨١ | ٤١ |
| أكثر من ١٨٠٠٠ | ١٠ | ٥ |
| الجملة | ١٤٠ | ٧١٪ |

ويلاحظ الباحث كذلك إختلافات جوهرية للتوزيع الجغرافي بين اليابس والمستطحات المائية في النصفين الشمالي والجنوبي للكرة الأرضية . فبالنسبة للنصف الشمالي من الكرة الأرضية يلاحظ أن نسبة مساحة المستطحات المائية تبلغ نحو ٦٠,٧٪ من جملة مساحة النصف الشمالي من الكرة الأرضية : ويعظم إتساع المستطحات المائية في العروض القطبية حيث تغطي البحار كل أجزاء سطح كوكب الأرض الواقعة فيما بين دائرة عرض ٨٥° - ٩٥° شمالاً : وتبلغ نسبة مساحة المستطحات المائية الواقعة فيما بين دائرة عرض ٨٠° - ٨٥° شمالاً نحو ٨٥,٢٪ من جملة مساحة سطح كوكب الأرض في هذه العروض . بينما يعظم إتساع اليابس في نصف الكرة الشمالي خاصة فيما بين دائرتي عرض ٤٥° - ٧٠° شمالاً . ويلاحظ أن نسبة مساحة اليابس فيما بين دائرتي عرض

٦٥°-٧٠° شمالا تبلغ نحو ٧١,٣٪ من جملة مساحة سطح كوكب الأرض في هذه العروض .

أما بالنسبة للنصف الجنوبي من الكرة الأرضية، فيلاحظ أن جملة مساحة المسطحات المائية أعظم من جملة مساحة اليابس . وتبلغ نسبة المسطحات المائية هنا نحو ٨٠,٩٪ من جملة مساحة سطح كوكب الأرض في نصف الكرة الجنوبي ويتبين أن مساحة المسطحات المائية تكاد تفوق تلك الخاصة باليابس عند جميع العروض المختلفة اللهم إلا فيما بين دائرتي عرض ٧٠°-٩٠° جنوباً تبعاً لامتداد القارة القطبية الجنوبية . ويوضح الجدول الآتي التوزيع الجغرافي للمسطحات المائية والأرض اليابسة في النصفين الجنوبي والشمالي للكرة الأرضية ، والعلاقة بين نسبة مساحة اليابس والماء إلى جملة مساحة سطح كوكب الأرض عند العروض المختلفة (١) :

| دائرة عرض | النصف الشمالي من الكرة الأرضية | | النصف الجنوبي من الكرة الأرضية | |
|-----------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
| | نسبة مساحة المسطحات المائية /٪ | نسبة مساحة اليابس /٪ | نسبة مساحة المسطحات المائية /٪ | نسبة مساحة اليابس /٪ |
| ٨٥ - ٩٠° | ١٠٠ | — | — | ١٠٠ |
| ٨٠ - ٨٥° | ٨٥,٢ | ١٢,٨ | — | — |
| ٧٥ - ٨٠° | ٧٧,١ | ٢٢,٩ | ١٠,٧ | ٨٩,٣ |
| ٧٠ - ٧٥° | ٦٥,٥ | ٣٤,٥ | ٣٨,٦ | ٦١,٤ |
| ٦٥ - ٧٠° | ٢٨,٧ | ٧١,٣ | ٧٩,٥ | ٢٠,٥ |
| ٦٠ - ٦٥° | ٣١,٢ | ٦٩,٨ | ٩٩,٧ | ٠,٣ |
| ٥٥ - ٦٠° | ٤٥,٠ | ٥٥,٠ | ٩٩,٩ | ٠,١ |
| ٥٠ - ٥٥° | ٤٠,٧ | ٥٩,٣ | ٩٨,٥ | ١,٥ |

1 - Fossinna, Erwin, " Die Tiefen des Weltmeeres " Berlin Univ. Institut F. Meere Kunde, V. o i N. F., A Geogr - naturwiss Reihe, Heft 9, (1921). P. 70.

| | | | | |
|------|------|------|------|---------|
| ٢,٥ | ٩٧,٥ | ٥٦,٢ | ٤٣,٨ | ٥٠ - ٤٥ |
| ٣,٦ | ٩٦,٤ | ٤٨,٨ | ٥١,٢ | ٤٥ - ٤٠ |
| ٦,٦ | ٩٣,٤ | ٤٣,٢ | ٥٦,٨ | ٤٠ - ٣٥ |
| ١٥,٨ | ٨٤,٢ | ٤٢,٣ | ٥٧,٧ | ٣٥ - ٣٠ |
| ٢١,٦ | ٧٨,٤ | ٤٠,٤ | ٥٩,٦ | ٣٠ - ٢٥ |
| ٢٤,٦ | ٧٥,٤ | ٣٤,٨ | ٦٥,٢ | ٢٥ - ٢٠ |
| ٢٣,٦ | ٧٦,٤ | ٢٩,٢ | ٧٠,٨ | ٢٠ - ١٥ |
| ٢٠,٤ | ٧٩,٦ | ٢٣,٥ | ٧٦,٥ | ١٥ - ١٠ |
| ٢٣,١ | ٧٦,٩ | ٢٤,٣ | ٧٥,٧ | ١٠ - ٥ |
| ٢٤,١ | ٧٥,٩ | ٢١,٤ | ٧٨,٦ | ٥ - صفر |
| ١٩,١ | ٨٠,٩ | ٣٩,٣ | ٦٠,٧ | المجموع |

ومن هنا تظهر أهمية البحار والمحيطات بالنسبة للإنسان الذى سكن سطح كوكب الأرض ، واصبح من الضروري على الإنسان فى الوقت الحاضر أن يعمل على إستغلال هذه المسطحات المائية العظيمة الأبعاد أحسن إستغلال . من أجل ذلك كان لابد أولا من القيام بإجراء الأبحاث الأقيانوغرافية حتى يمكن أن يعرف الإنسان كل ما يتعلق بالخصائص العامة للبحار والمحيطات .

وتبشر المعلومات التى نجح الباحثون فى جنيها حتى الوقت الحاضر بالتعاقول فبعد مضى قرن من الزمان فقط على بداية الأبحاث الأقيانوغرافية العلمية ، اصبح فى الإمكان إنشاء خرائط تفصيلية للبحار والمحيطات توضح نقاط مختلفة منها :

١ - التوزيع الجغرافى للتيارات البحرية السطحية ، ومعظم التيارات البحرية السفلية .

ب - الخصائص الطبيعية والكيميائية للبحار والمحيطات .
(حرارة المياه ومُرّتها وكثافتها والضغط فيها ولونها) .

ج - التوزيع الجغرافى لكثافة المياه البحرية :

د - التضاريس العامة لقاع البحار والمحيطات ؛

هـ - أشكال الرفارف القارية وتوزيعها الجغرافي .

و - الرواسب المختلفة فوق قاع البحار ، وتصنيفها تبعاً لاختلاف

سمكها وأشكالها ، وتركيبها ، ثم توزيع الكائنات البحرية الحية فوق

أرضية البحار والمحيطات ، ومساكن هجرات الأسماك ، والكائنات

البحرية من مياه إلى أخرى خلال فصول السنة المختلفة ؛

ولكن مازال الكثير عن خصائص البحار والمحيطات لم يدرس دراسة وافية بعد حتى الآن ، بل هناك بعض النقاط التي تعجز الأبحاث الحديثة عن تفسيرها . (على سبيل المثال لا الحصر نذكر مثلاً ... نشأة الأخاديد البحرية نشأة السهول المحيطية - تكوين الخنادق الطولية العظمى - الرواهى الحديثة الانتقال الرأسى لبعض الكائنات البحرية وهجرتها الأفقية من مسطح مائى إلى آخر - بيولوجية المياه العميقة) وقد عمدت أكاديمية العلوم الأهلية بالولايات المتحدة الأمريكية على نشر تقارير متعاقبة توضح فيها النقاط التي لم تخصصها الأبحاث الأقيانوغرافية بالدراسة الوافية بعد ، حتى يتأهب الباحثون فى تسجيل البيانات وجمع المعلومات التي تغطى نواحى النقص فى هذا المجال .

ومن هنا يظهر استمرار حرب التحدى بين المحيط و ارادة الإنسان العاقل ، صانع الحضارة البشرية.وقد بدأت حرب التحدى الفعلية بين المحيط والإنسان منذ نحو قرن من الزمان . وأخذ الإنسان على عاتقه الكشف عن خبايا المحيط كما وقد بذل وما زال يبذل من الجهد الكثير فى سبيل تسخير هذا المحيط الجبروت تحت إرادته ومشيته .

الفصل الثاني

مراحل إكتشاف أبعاد البحار والمحيطات وأثر ذلك في نشأة الفكر الأقيانوغرافي وتطوره

على الرغم من أن معرفة الإنسان لحرفة القنص والصيد تسبق معرفته لحرفة الزراعة والحرف الأخرى ، إلا أنه كان يخاف دائماً من المخاطرة بالملاحة في البحار والمحيطات حيث هالته عظمتها . وكثيراً ما أرتد الإنسان عن المخاطرة بالملاحة في البحار محاولاً إستغلال اليابس الذي يعيش فوقه ، وتعود أن يقتات بما يتمثل فوق أجزاء هذا اليابس من غذاء وطعام . وقد ترك الإنسان لنفسه حرية التأمل والتصوير ، وخلق المسموح والخرافات التي تدور حول المغامرات البحرية ولكن لم تمنع هذه الخرافات بعض الجماعات البشرية من أن تتخاطر بالملاحة فوق أمواج البحر الهائلة منذ بداية الحضارة البشرية . ونذكر من هؤلاء ما يلي :

١ - الفراعنة

إنضح من دراسة الأدلة الأثرية الفرعونية أن النشاط الاقتصادي لقدماء المصريين لم يقتصر على القيام بحرفة الزراعة في وادي النيل فقط ، بل مارسوا حرفة صيد الأسماك خاصة خلال الموسم السنوي لفيضان النيل ، وصنعوا السفن ، وركبوا البحر سواء أكان ذلك للقيام بالصيد أو بقصد التجارة مع بلاد أخرى :

وعلى الرغم من إنتشار المستنقعات البحرية في شمال الدلتا ، فقد نجح
القراعة في الإبحار شمالا في البحر المتوسط والوصول إلى سواحل
فينيقيا للحصول على الأخشاب التي كانت تقطع من غابات جبال فينيقيا القديمة.
واستغل القراعة البحر الأحمر بدرجة أعظم من ركبهم البحر المتوسط :
حيث كان البحر الأحمر يمثل الطريق الملاحي التجارى الهام خلال عهد
الأسرات الفرعونية المصرية . ومن أهم الرحلات التجارية البحرية الفرعونية
هى تلك الرحلة البحرية التى أمرت بقيامها الملكة حتشبسوت (من ملوك
الأسرة الثانية عشر) إلى بلادبنت (يرجح إنها الصومال الحالية) ، لإكتشاف
مناطق جديدة ، تستبدل معها السلع التجارية المصرية ، ولحلب المواد اللازمة
للكهنة والمعابد أثناء القيام بالطقوس والإحتفالات الدينية .

وقد أكدت الوثائق التاريخية القديمة حقيقة الإتصال التجارى بين مصر
الفرعونية وبلاد بنت خاصة في عهد الملك سحورع . وفى عهد هذا الملك
أنشأت الموانئ البحرية على ساحل البحر الأحمر في مصر ومنها ميناء ساوو
(قرب سفاجة الحالية) . وكانت السفن التجارية الآتية من بلاد بنت ترسو
حمولتها في ميناء ساوو ، ثم تنقل بالطرق البرية إلى كوبي أو كبتوس (قنط)
في وادى النيل :

وتحقيقاً لإزدياد الإرتباطات التجارية بين مصر الفرعونية وبنت القديمة ،
حفرت أول قناة ملاحية عرفها سجل تاريخ الحضارة البشرية . وكانت
هذه القناة تمتد فيما بين الفرع البلوزى القديم وخليج السويس . ولم يعرف
بالضبط بداية إنشاء هذه القناة،ولكن يرجح البعض إنها حفرت خلال عهد
الملك سيزوستريس (٢٠٠٠ ق.م.) أو خلال عهد الملك نخاو (٦٠٠ ق.م.) ،
أو قد تكون بواسطةهما معاً كل بدوره :

وقد ذكر المؤرخ الإغريق هيرودت أن فرعون مصر نخاو ، أرسل بعثة
تجارية تتألف من تجار مصريين وفينيقيين ، بقصد البحث عن موارد طبيعية
جديدة قد تتمثل في بلاد مجهولة . ويقال أن هذه البعثة التجارية أبحرت جنوباً

في البحر الأحمر ، ووصلت إلى السواحل الشرقية الإفريقية ثم استمرت في الإبحار جنوباً ، ودارت السفن حول الرأس الجنوبي لأفريقية ، ثم اتجهت شمالاً بمحاذاة السواحل الغربية لأفريقية ودخلت البحر المتوسط عن طريق « بوغاز جبل طارق » وعلى ذلك نجحت هذه البعثة في الوصول إلى سواحل مصر بعد أن دارت دورة كاملة حول قارة أفريقية ، استغرقت حولى ثلاث سنوات . ولما عرضت النتائج المختلفة لهذه البعثة البحرية على كهنة فرعون إبان هذه الفترة ، لم يقبلها الكهنة ، بل لم تقم أى محاولات أخرى لتجقق نتائج هذه البعثة البحرية ، وبدأ طواها النسيان .

٣ - الفينيقيون

ساهم الملاحون الفينيقيون في رسم الصورة الأولى لأبعاد حوض البحر المتوسط تبعاً لملاحظاتهم في أجزاء هذا البحر . وقد كان لهم مراكز ملاحية مستقلة على طول الساحل الفينيقي القديم خاصة في الفترة من ١١٥٠ إلى ٨٥٣ ق.م. ومن هذه المراكز أوجاريت وأرفاد ، وصور ، وصيدا ، وجبيل ، (بيبلوس) وبيروت (١) . وسيطر الفينيقيون على سواحل بحر إيجه وجزيرة صقلية لفترة زمنية طويلة بلغت أكثر من أربعة قرون . ويرجع بعض الكتاب أن الفينيقيين نجحوا في الوصول إلى الساحل الشرقى للبرازيل قبل أن يكتشفه أمر يجوفاسبوتشى في القرن الخامس عشر الميلادى . ولم تضمحل حضارة الفينيقيين البحرية إلا بعد ظهور المدن التجارية الكبرى في أوروبا مثل البندقية وجنوة إبان فترة العصور الوسطى .

1 - Baramki, D, "Phoenicia and the Phoenicians" Beirut, (1961)

٣ - أفكار الإغريق عن البحار والمحيطات

استمدت أفكار الإغريق الخاصة بأبعاد البحار والمحيطات الكثير مما دونته الحضارات البابلية والفرعونية القديمة ، وما تميزت به هذه الحضارات من تقدم في الفلك والرياضيات . وكان لفتوحات الإسكندر الأكبر (٣٢٩-٣٢٥ ق.م.) أثرا كبيرا في الكشف عن بلاد وبحار وأنهار جديدة وتحديد مواقعها الجغرافية . وبذلك عرفت الخرائط الإغريقية الخليج العربي ، وبحر قزوين ، والبحر العربي ، وأراضى الهند ، والصين :

وقد ساهم الرحالة والجغرافيون الإغريق في رسم صورة شبه واضحة عن أبعاد البحار والمحيطات التي كانت معروفة لديهم خلال هذه الفترة من التاريخ . ومن أشهر الخرائط الإغريقية التي تصور بحار العالم وأرضه اليابسة هي التي قام بها انكسيمندر Anaximander (٦١١ - ٥٤٧ ق.م.) وهيكتاتئوس Hecataeus (٥٠٠ ق.م.) ، وهيرودت (٤٥٠ ق.م.) ، وإيراتوستينس (٢٧٦-١٩٦ ق.م.) ، وكلاوديوس بطليموس Cladius Ptolemy (١٦٨ - ٩٠ ق.م.) (١) :

ولم تقتصر معلومات الإغريق عن البحار والمحيطات على معرفة أبعادها وتوزيعها الجغرافي على سطح الكرة الأرضية ، ولكن ساهم بعض فلاسفتهم كذلك في تمييز بعض الخصائص الطبيعية والبيولوجية لمياه البحار والمحيطات ومن بين علماء الإغريق الذين كان لهم فضل السبق في تطور هذا العلم نذكر منهم :

(١) - ارسطو :

على الرغم من شهرة ارسطو كفيلسوف قدير ، إلا أنه يعتبر أول من درس الأحياء جغرافيا البيولوجية حيث قام بتسجيل ملاحظات عديدة عن مجموعات

1 - a - Crone, G.R., "Maps and their makers", London, 1953.

b - Raisz, E., "Principles of Cartography" N.Y., 1962.

متنوعة من حيوانات البحر وكائناته المختلفة . وقد أهتم ارسطو بوصف التركيب الفسيولوجي لكائنات البحار وتمييز هيكلها وأشكالها العامة والبيئة البحرية الطبيعية التي تعيش فيها . وكثيراً ما كان يخرج في قوارب صغيرة لدراسة النباتات الطبيعية لهذه الكائنات (خاصة تلك التي تعيش في المياه الضحلة) ومعرفة الخصائص الطبيعية العامة للمياه . وترجمت كتابات ارسطو الخاصة بدراسة تطور حياة الكائنات البحرية إلى لغات متعددة ، منها الإنجليزية ، والفرنسية ، والألمانية . كما يعتبر ارسطو أول من صنف الكائنات البحرية إلى تسمين كبيرين هما :

ب - الألفقيات

١ - الألفقيات

وقد ميز ارسطو بين الدرفيل Poises والحيتان Whales وأكد أنها حيوانات بحرية ثديية ، وليست كما كانت تظن من قبل أنواعاً غريبة من الأسماك البحرية أو آتية من مملكة البحار الموجودة فوق قاع البحر . وقد أوفق ارسطو كذلك عند دراسته مدى اختلاف كثافة المياه المالحة عن المياه العذبة ، حين ذكر « إن الماء المالح أثقل من الماء العذب ، لأن المالح كدر غليظ والعذب صاف رقيق » (١) :

وقد اعتمدت كتابات ارسطو على إتباع المنهج الدراسي الوصفي التجريبي أى مشاهدة الكائنات في بيئتها المحلية ثم وصفها وتفسير خواصها العامة . وتعد كتاباته القواعد الراسخة التي قامت عليها الأبحاث الأحياءوغرافية البيولوجية الحديثة . وعلى الرغم من أن ارسطو أنشأ مدرسة علمية تتبع اتجاهاته وتنسج على منواله ، إلا أن دراسة بيولوجية البحار لم تتقدم شيئاً يذكر حتى بعد وفاته بنحو ٢٠٠٠ عام .

(ب) بيشاس Pytheas

في القرن الرابع قبل الميلاد ، قام الملاح الفلكي بيشاس برحلة بحرية من ميناء

١ - شمس الدين الأنصاري الدمشقي «نخبة الدهر في عجائب البحر والبر»
ملطوف سنة ٧٢٧ هجرية - طبعة ليبزج ١٩٢٣ - ص ١٢٩ -

مرسيليا وخرج إلى البحر المحيط (المحيط الأطلسي) بعد أن عبر المضيق الغربي للبحر المتوسط . وبعدها اتجه ببشاس شمالا آملًا أن يحدد مدى إمتداد اليابس شمالا من جهة ، وتحديد خطوط الطول ودوائر العرض على الخرائط من جهة أخرى . وقد نجح هذا البحار من الوصول إلى سواحل كورنول (جنوب نرب انجلترا) وأكد وجود القصددير في صخورها . وأعنى ببشاس بدراسة حركة المد والجزر العظمى في خليج برستول ، وفي القنال الإنجليزي واستنتج أن سبب هذا الاختلاف اليومي في منسوب مياه البحر يعزى إلى أثر فعل القمر . (على الرغم من أنه لم يكن معلوم حتى هذا الوقت العلاقة بين قوى جذب القمر وقوة الطرد المركزية للأرض) .

ويقال أن هذا الملاح أبحر شمالا في البحر الأيرلندي والمحيط الأطلسي وأطلق على الأراضي الواقعة في هذا الجزء اسم أرض ثول Thule . ولم يعرف بالضبط ما هو المقصود بهذه الأرض الشمالية ، ذلك لأن كل ما دونه هذا الملاح قد ضاع ولم يعثر عليه . ويرجح بعض الكتاب أن المقصود بذلك هي أراضي اسكتلند ، بينما يرجح البعض الآخر أن هذا الملاح قد نجح في الوصول إلى جزيرة ايرلند شمالا واسماها باسم أرض ثول :

(ج) ايراتوستين : Eratosthenes (٢٧٦ - ١٩٦ ق.م.)

اشتغل ايراتوستين في وظيفة الأمين العام لمكتبة الإسكندرية المشهورة إبان هذه الفترة . وقد اشتهر عنه براعته في علوم الرياضيات والفلك : وبذل جهده لتحديد طول محيط الكرة الأرضية وتحديد درجات دوائر العرض وأعتمد في ذلك على دراسته لإختلاف ميل أشعة الشمس عن سمت الراصد فيما بين مدينتي الإسكندرية وأسوان ، إعتباراً منه أن هاتين المدينتين تقعان على خط طول واحد : وبعد تقديره هذه الزاوية وقوسها استنتج في النهاية أن محيط الكرة الأرضية يبلغ طوله ٢٥٢ ألف أستديا (١)

1-a-Crone, G. R. "Maps and their makers" London, (1862), p. 22
b- Raizis, E., "Principles of cartography" N.Y., (1962) p.4.

ح- محمد صبيح عبد الحكيم وماهر الليثي « علم الخرائط » الجزء الأول
القاهرة ١٩٦٦ - ص ٨ - ٩

(الإستديا وحدة قياس يونانية يبلغ طولها ٦٠٠ قدم أغريقى ، والميل يبلغ حوالى ١٠ استديا) .

وقد اوضح ايراتوستين على خريطة العالم معظم أجزاء أوروبا والنصف لشمالى من القارة الإفريقية ، وبعض أجزاء آسيا . وقد رسم هذه الأجزاء من اليايس على شكل قرص مستدير يحيط به البحر المحيط من كل الجهات وقد اخطأ فى تجاهله النصف الجنوى من أفريقية وكل الأراضى الشرقية والشمالية من آسيا . وأعتبر ايراتوستين كذلك أن بحر قزوين يصب فى المحيط المتجمد الشمالى .

(د) **كلادىوس بطليموس** : Cl. dius Ptolemy (١٦٨ - ٩٠ ق.م .)

عاش بطليموس حياته فى مدينة الإسكندرية ، واشتغل فى علوم الفلك والرياضيات والجغرافيا . وسجل بطليموس دراساته الجغرافية والفلكية فى مجلدات ترجمت إلى معظم اللغات العالمية . وقد استمد كثير من المعلومات لى دونها من قصص البحارة والمغامرين :

وأنشأ بطليموس خريطة وضع عليها اليايس والمسطحات المائية التى كانت معروفة إبان هذه الفترة ، وضمت خريطة معلومات كثيرة عن حوض البحر المتوسط وأواسط أوروبا ، ولكن يلاحظ أن كثافة هذه المعلومات تقل كلما بعدنا عن هذا الحوض . وقد أوضح بطليموس أن بحر قزوين بحراً داخلياً مقفلاً ، تصب فيه أنهار عظمى ، كما رمز إلى السلاسل الجبلية (جبال أطلس - الهيمالايا - والألب) برموز مجسمة . ولكنه أخطأ حين اعتبر أن المحيط الهندى محيطاً مقفلاً وأوصل أراضى وسط أفريقيا بلسان أرضى يتصل بشرق آسيا .

٤ - أفكار الرومان عن البحار والمحيطات

كان حوض البحر المتوسط خلال هذه الفترة عبارة عن بحيرة رومانية وحيث كانت رقعة الامبراطورية تمتد في شمال أفريقية وغرب آسيا وأواسط أوروبا ، فقد استلزم اتصال القيصير بجنوده في البلاد المختلفة وعلى ذلك مدت كثير من الطرق البرية كما استغلت المسطحات البحرية للربط بين أجزاء الامبراطورية الرومانية :

ويظهر من الخرائط الرومانية التي ظهرت خلال هذه الفترة من التاريخ أن الرومان لم يهتموا كثيراً بتصوير بحار العالم ورسمها، وتميزت خرائطهم عن العالم ببساطتها. ومن الخرائط الرومانية تلك المعروفة باسم Orbis Terrarum (١) وفيها يظهر اليابس على شكل قرص مستدير ، يتألف من ثلاثة نطاقات كبرى هي آسيا وأوروبا أفريقية تنفصل فيما بينها بواسطة بحار حوضية (البحر المتوسط والبحر الأسود والبحر الأحمر) ويحيطه البحر المحيط .

٥ - أفكار أوروبا في العصور الوسطى عن البحار والمحيطات

سادت أوروبا خلال العصور الوسطى فترة طويلة من الإضمحلال والركود العلمى تبعاً لسيطرة رجال الكنيسة والكهنة على التفكير العلمى والإنتاج الفنى والأدبى . ولم يعمل راسمو الخرائط على ايضاح أجزاء العالم المعروف في ذلك الوقت كما هو فعلاً ، بل وصفوا شكل العالم في صورة متأثرة بأفكارهم ومعتقداتهم الدينية . ولم يقتصر إعتقادهم على أن الله خلق العالم في صورة لقرص دائرى فقط ، بل أن توزيع اليابس والماء أخذ شكل بعض الحروف الهجائية الرومانية وهي حرف T الذى كان يمثل البحر الأسود، والبحر الأحمر، والبحر المتوسط ، وحرف O الذى يمثل البحر المحيط ويحصر بينه أراضى

1 - Crone G.R , "Maps and their makers", London, (1933), p. 24

اليابس (آسيا وأوروبا وأفريقية) . ولذا عرفت خرائطهم عن العالم بأسره

الخرائط حرف T داخل حرف ● T - in - O maps

وانتشر إبان هذه الفترة كذلك الخرافات والأساطير حول أهوال البحر . يمتلكاته الغريبة . وأكد الكهنة أن البحر المحيط يسكنه الجن والشياطين وتسقط السفن عند اطرافه ، وتغوص في أعماقه . كما اعتقد كتاب هذه الفترة المظلمة في أوروبا أن الأرض مسطحة الشكل ، وليست كروية كما أوضححت الدراسات الأخرى من قبل .

ولكن في نهاية القرن الثالث عشر ، وبداية القرن الرابع عشر ظهر في أوروبا خرائط بحرية جديدة لخدمة الملاحة التجارية البحرية عرفت باسم خرائط (البورتولانو Protolano Charts) . وهنئذ هذه الخرائط برسم السواحل وايضاح تعاريجها وبروزها ، وتوقيع مراكز الموانئ والمراسي الصالحة لرسو السفن دون الإهتمام بالتفاصيل التي تقع فيما وراء خط الساحل . وقد أوضحت خرائط البورتولانو سواحل حوض البحر المتوسط في صورة جيدة دقيقة ، بينما لم تظهر سواحل البحر الأحمر وسواحل بحر البلطيق بنفس الدقة التي ظهرت بها سواحل حوض البحر المتوسط . وقام بإنشاء هذه الخرائط سبعة رسامين من بينهم بيتروس فيسكونت Petrus Vesconte وأنجلينو دي دالورتو A-gellino de l'alorto ، وجوهانز دي كاريجنسـانو Johanne de Grignano ، وكان هؤلاء جميعاً يعملون لخدمة العائلات التجارية الكبرى في مدن التجارة العظمى بان هذه الفترة خاصة جنوا والبندقية (فينيسيا Venice) (١) .

وقد رسمت خرائط البورتولانو البحرية على قطع من الجلد الرقيق الجيد الذي يحتفظ عادة بكل التفاصيل التي ترسم عليه . وكانت مساحة كل خريطة

(١) Clone, G. R "Maps and their makers", London, (1953)
p. 20 - 30

تأراوح بين ١٨ × ٣٦ بوصة و ٣٠ × ٥٦ بوصة . و رسمت السواحل باللون الأسود ، و كتبت أسماء الثغور والموانئ والمراسى بنفس اللون ولكنها وقعت في وضع عمودي على خط الساحل .

٦ - أفكار العرب خلال فترة العصور الوسطى

عن البحار والمحيطات

على الرغم من أن أوروبا خلال فترة العصور الوسطى كانت تمجّب في ظلام الجهل ، و وقعت تحت سيطرة كهنة الكنيسة الذين عملوا على دفع عجلة التقدم الحضارى خطوات بعيدة إلى الوراء ، إلا أن البلاد العربية إبان هذه الفترة كانت قد بلغت شأنًا كبيراً من حيث التقدم في العلوم المختلفة ونخص بالذكر هنا الرياضة والفلك والجغرافيا .

و بما ساعد على تقدم هذه العلوم عند العرب خلال هذه الفترة عظم امتداد الأمبراطورية الإسلامية في العالم ، حيث كانت تحتل الأراضى الواقعة بين بلاد فارس والخليج العربى شرقاً والمحيط الأطلسى غرباً . وكان لا بد من ربط أجزاء هذه الأمبراطورية المترامية الأطراف . وعلى ذلك انشأت الطرق البرية كما استخدمت المراكب الشراعية لخدمة النقل والتجارة . واصبح العرب على درجة كبيرة من المهارة في ركوب البحار ، و دراسة الأنواع والعواصف والرياح في بحار العالم المختلفة . وقد تقدمت الدراسات الجغرافية والأجتماعية عن العالم ، نتيجة لحياة الترحال والتجوال التي إعتاد العرب عليها ، وتشجيع الخلفاء المسلمين لتقدم هذه العلوم ، ومعرفة المزيد من الأخبار عن الأمم والأهصار .

ولم يقتصر تقدم العلوم عند العرب على إزدهار الدراسات النظرية الخاصة بعلوم الرياضيات والفلك ، بل خطت الدراسات العلمية والتطبيقية خطوات سريعة إلى الأمام . فقد برع العرب في علم الكيمياء والمعادن والطب ، كما أدخلوا تحسينات مجدية على بعض أدوات الرصد مثل الأسطرلاب

والمزولة الشمسية ، والبوصلة البحرية ، كان لها الفضل الكبير في تقدم العلوم الفلكية وتيسير حركة الملاحة في البحار والمحيطات (١) .

وقد وجه العرب عنايتهم لمعرفة أبعاد المسطحات المائية فوق سطح القشرة الأرضية والتوزيع الجغرافي لهذه المسطحات المائية لخدمة الملاحة البحرية . ويخلص المقدسي في كتابه عام ١٢٨٩ « أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم » معلومات العرب عن أبعاد البحار والمحيطات وتوزيعها الجغرافي إبان هذه الفترة بقوله : « لعلم إننا لم نر في الإسلام إلا بحرين حسب أحدهما يخرج من بحر مشارق الشتاء بين بلد الصين وبلد السودان ، فإذا بلغ مملكة الإسلام دار على جزيرة العرب :... والبحر الآخر خروجه من أقصى المغرب بين السويس الأقصى والأندلس ، يخرج من المحيط عريضاً ثم ينحرف ، ثم يعود فيعظم إلى تخوم الشام :... »

كما إدرك العرب أهمية اختلاف مناسيب أجزاء سطح الأرض ، وعظم عمق البحار والمحيطات : بل ادركوا أهمية هذا التضرس في حفظ الأنسجام بين أبعاد كل من المسطحات المائية واليابس وتوزيعهما الجغرافي . ويذكر ياقوت الحموي في كتابه « معجم البلدان » ، بشأن هذا الموضوع بقوله : « لولا هذا التضرس لأحاط بها « الأرض » الماء من جميع الجوانب وعمرها حتى لم يكن يظهر منها شيء »

وعلى الرغم من أن خلفاء المسلمين الأولين أمثال عمر بن الخطاب لم يشجعوا قوادهم على ركوب البحر وكان الخليفة عمر بن الخطاب يكرر لقواده دائماً قوله ، « إني لا أحب أن تنزل بالمسلمين متراً يحول الماء بيني وبينهم في شتاء ولا صيف ، فلا تجعلوا بيني وبينكم ماء ، حتى أردت أن أركب إليكم راحتي حتى أقدم إليكم قدمت » . إلا أن هذه النظرة تغيرت منذ عهد عثمان بن عفان ، وسمح هذا الخليفة لمعاوية بركوب البحر ، وفتح جزيرة قبرص بعد أن أفلح أسطول العرب من مرسى عكا (٢) :

١ — كارل نلينو ، « علم الفلك » ، تاريخه عند العرب في القرون الوسطى » ، طبعة مدينة روما سنة ١٩١١ .

[٢ — محمد ياسين الحموي « تاريخ الاسطول العربي » دمشق ، سنة ١٩٤٥

— ص ١٣٠ :

وقد أدرك العرب كذلك أهمية البحار والمحيطات في الحياة العملية ويظهر حقيقة ذلك من قول شمس الدين الأنصاري الدمشقي (المتوفى سنة ٧٢٧هـ هجرية) في كتابه « نخبه الدهر في عجائب البحر والبحر » .

« إنه أجاج لمصالح العالم ، جعله الله مفيضاً للأنهار ، ومعبراً للسيول والأمطار ومركباً لرفاق البحار ، ومضرباً لمصالح الأمصار ، ومنحها للاقطار ، يخرج عنه الدر والمرجان ، وينبع من الملح الأجاج عذباً فرائداً ، ويغدو للأكالين لحماً طرياً ، ويحمل للأبسين جواهر وحلياً » .

ويشير معظم كتاب أوروبا إلى أن الحضارة العربية الإسلامية كانت حضارة عربية محضة ، وتجاهلوا أثر الفكر العربي في تطور دراسات علوم البحار والمحيطات . ويحد القاريء في سجلات الكتب التاريخية القديمة اهتمام العرب بالعلوم الطبيعية ، والكيميائية ، وبيولوجية البحار والمحيطات . ولكن يؤخذ على دراستهم أنها كانت وصفية يفتقر فيها التجربة العلمية . ويمكن أن نلخص أفكار العرب عن أفرع الدراسات الأقيانوغرافية المختلفة فيما يلي :

(١) العرب وعلوم البحار الطبيعية والكيميائية :

أعنى الكتاب العرب بدراسة بعض الخصائص الطبيعية لمياه البحار وأثر ذلك على حركة الملاحة البحرية وعمليات ركوب البحر خلال مواسم السنة المختلفة . وقد وجه العرب لإهتمامهم لدراسة الرياح والعواصف والأمواج والمد والجزر . فيذكر ابن جبير في رحلته المعروفة باسمه والتي قام بها عام ١٨٨٢ م (١) ، العلاقة بين شدة الرياح وحركة الأمواج ، ومواسم رسو السفن وطبيعة الملاحة البحرية في الحوض الشرقي من البحر الأبيض المتوسط وذلك في قوله:::

« ومن مهب الرياح بهذه الجهات (شرق البحر الأبيض المتوسط) سر عجيب وذلك أن الرياح الشرقية لاتهب فيها إلا في فصل الربيع والخريف ،

١ - ابن جبير ، « رحلة ابن جبير » - تحقيق الدكتور حسين نصارة

والسفر لا يكون إلا فيهما ، والتجار لا ينزلون إلى عكا بالبضائع إلا في هذين
التصليين والسفر في الفصل الربيعي من نصف إبريل ، وفيه تتحرك الرياح
الشرقية وتطول مدتها إلى شهر مايو :... »

بينما أوضح ابن الفقيه (أبو بكر أحمد بن إبراهيم الهمداني) (١) في
كتابه « مختصر كتاب البلدان » مواسم الإبحار في بحار العالم ، والعلاقة بين
حركة الأمواج وهيجان البحر ، وحركة الشمس الظاهرية وذلك في قوله :
« فأما بحر الهند :... عند كون الشمس في الحوت وقربها من الإستواء الربيعي
يبتدىء في الظلمة والغلظ ، وتكثر أمواجه حتى لا يركب أحد لظلمته وصعوبته
عند كون الشمس في الجوزاء . فإذا صارت في السنبله أضواء ظلمته ، ويسهل
مركبه إلى أن تصير الشمس في الحوت . إلا أن بحر فارس قد يركب في كل
أوقات السنة . فأما بحر الهند فلا يركب الناس عند هييجانه لظلمته وصعوبته . : »

وقد لاحظ الكتاب العرب حدوث عملية المد والجزر في بعض بحار العالم
وأثرها في حركة الملاحة البحرية . ويذكر المقدسي في كتابه « أحسن التقاسيم
في معرفة الأقاليم » ، وصفاً تفصيلياً لعملية المد والجزر وموعد حدوثها
وما ينجم عن ارتفاع منسوب البحر وانخفاضه : إلا أنه كثر كل الكتاب
العرب وغيرهم ممن سبقهم ، لم ينجحوا في تفسير حدوث هذه العملية تفسيراً
علمياً ، فيقول المقدسي (٢)

« ولهذا البحر الصيني زيادات في وسط الشهر وأطرافه في كل يوم وليلة
مرتين ، ومنه جزر البصرة ومدها . إذا زاد دفع دجلة فإنقلبت في أفواه
الأنهار ، وسقت الضياع ، فإذا نقص جزر الماء :... وقد اختلفت الناس في
سببه . فقال قوم ، ملك يغمس فيه إصبعه كل يوم فيده ، فإذا رفع إصبعه
جزر أو أن الحوت يتنفس فيخرجه من منخريه فلذلك المد :... : »
وقد أكد الرحالة ابن الفقيه أسطورة الحوت الذي يسبب عملية المد والجزر

١ - ابن الفقيه « مختصر كتاب البلدان » - ليدن - مطبعة بريل سنة ١٣٠٢ هـ

٢ - المقدسي : « أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم » - ليدن - مطبعة بريل

، سنة ١٩٠٩ م

في البحار ، إلا أنه أضاف كذلك قوله ، إنه « ملكاً موكل بقاموس البحر ،
إذا وضع رجله فاضت ، وإذا رفعها خاضت ... »

وأوضح الكاتب العربى شمس الدين أبى عبد الله محمد الأنصارى الدمشقى
(المتوفى سنة ٧٢٧ هجرية) فى كتابه « نخبه الدهر فى عجائب البر والبحر »
العلاقة بين طعم المياه (١) ، ونوع التربة والصخور التى تمتد فوقها مياه البحر .
ولكنه لاحظ كذلك أن الصخور لا يمكن أن تكون العامل الوحيد الذى يشكل
ملوحة مياه البحر ، وعلى ذلك رجح أن مياه البحر تتحول بالتدريج من
للطافة إلى الملوحة تحت أثر فعل الأشعة الشمسية القوية . وذلك فى قوله :

« طعم كل ماء على قدر تربته ، ومن العلماء من يزعم أن البحر بقية
الرطوبة التى جففت أكثرها جوهر النار ، ويأحرقه لهذه البقية أستحالت
إلى الملوحة ... ومنهم من زعم أن البحار عرق الأرض لما ينالها من إحراق
لشمس باتصال دوراتها ، ولهذا قالوا ليس ببلاد الصقالبة بحر مالح
يزعم قوم أن أصل الماء العذوبة واللطافة ، وإنما لطول مكثه جذبت الأرض
ما فيه من العذوبة للملوحة ، وجذبت الشمس ما فيه من اللطافة بحرارتها
فاستحال إلى الغلظ والملوحة ... » .

(ب) العرب وعلوم البحار البيوأوجية :

ومن دراسة كتابات الرحالة العرب خلال هذه الفترة من التاريخ البشري ،
بلاخط أنهم قد أعتنوا كذلك بدراسة مجموعات الكائنات البحرية التى تعيش
فى بحار العالم المختلفة ، وعلى الرغم من أنهم لم يدرسوا التركيب الفسيوأوجى
لكل من هذه الكائنات ، إلا أنهم لم يغفلوا تنوع هذه الكائنات من بحر إلى
آخر ، كما لاحظوا أن هناك مواسم تكثر فيها الأسماك ، ويعظم صيدها ،
يختلف ميعاد هذه المواسم من بحر إلى آخر . ومن أظهر ما كتب فى هذا
الموضوع ما دونه شمس الدين الأنصارى الدمشقى فى كتابه « نخبه الدهر ... »
فقد وصف هذا الكاتب مجموعات الأسماك العذبة التى تصاد من مجرى نهر

١ - يقصد بها هنا نسبة ملوحة مياه البحر »

النيل ، وذلك التى تصاد من أنهار الهند (مثل مهران والكنك) والصين (مثل نهر بترى) ونهر إتل بآسيا الصغرى . كما ناقش الوسائل المختلفة التى تستخدم فى صيد أسماك التنين (القرموط النيل) وعنكبوت الماء (الأخطبوط) .
وفى أماكن بأسماء البحيرات لاحظ الدمشقى (١) أن هناك مواسم محددة بكثرة فيها وجود أنواع معينة من الأسماك فىكون من السهل صيدها وذلك فى قوله :.....

« وفى بلاد أفريقية بحيرة بنزت طولها ستة عشر ميلا وعرضها ثمانية أميال : . . ويصاد من البحيرة فى كل شهر نوع من السمك لا يخالطه غيره ... » وقد لاحظ الدمشقى تكرار ظاهرة مواسم الصيد فى بحيرات بلاد أرمينيا وخرسان ومصر . بالإضافة إلى ذلك فقد عني بوصف بعض الأسماك البحرية التى تصاد من خليج البنادقة وبحر الروم ومن هذه الأسماك ، البقر والشيخ اليهودى ، وسياف البحر ، والقرش ، والبغل ، وقنديل البحر ، والمنازة وقد عني أبن الفتيه كذلك فى كتابه (مخضر كتاب البلدان) بدراسة بعض الكائنات البحرية وتنوع العائلات السمكية وقد ميز بين الأسماك والتدييات البحرية وذلك فى قوله .

« وفى البحر سمكة يقال لها الخراطيم مثل الحية لها منقار كمنقار اللركي وفى منقارها من الشقين كالمنشار وفى البحر سمك كخلفة القروء ، من جلوده تكون الدرق التى تنوعها السيوف ، ويقال أنها تحيض وترضع ، وكذلك السلاحف . وفيه سمك يسمى الدخس ينجى الغريق . وفيه سمك إذا هاج البحر خرج من قعر البحر ، فيعلم البحرىون أن البحر قد هاج ويسمى البرستوج »

يتضح من هذا العرض ، أن العرب قد فاقوا سكان أوروبا خلال فترة العصور الوسطى وأزدهرت الحضارة العربية وتقدمت الفنون والعلوم المختلفة

١ - شمس الدين الأنصارى الدمشقى « نخبة الدهر فى عجائب البر والبحر » طبعة ليبزج - سنة ١٩٢٣ .

وعنى العرب بالملاحة البحرية وأصبحت السفن من أهم دواعى الإنصال والربط بين البلدان التى تقع تحت لواء الأمبراطورية الإسلامية . وكانت تبنى هذه السفن أيام معاوية فى الثنور الشامية كصور وعكا و طرابلس . وقامت صناعة السفن فى مصر سنة أربع وخمسين للهجرة فى جزيرة الروضة . ، بينما كان للفاطميين ديوان خاص للاستطول عرف باسم « ديوان العمائر » .

وفى القرنين السابع والثامن الميلاديين ، عندما انتشرت راية الإسلام على معظم ربوع حوض البحر الأبيض المتوسط ، وأمتدت الأمبراطورية الإسلامية من بلاد فارس شرقاً إلى المغرب الأقصى والأندلس غرباً ، بل جاوزت هذه الأبعاد ، وانتشرت فى جزر الهند الشرقية وبعض أجزاء الهند والصين ، سيطر العرب على طرق الملاحة التجارية فى العالم وأصبحت خطوط الملاحة فى المحيط الهندى والبحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط مألوقة لديهم (١) .

٧ - مرحلة الكشوف الجغرافية وبداية ميلاد

الفكر العلمى الأقيانوغرافى

ومنذ بداية القرن الرابع عشر بدأت تزدهر العلوم الملاحية والفلكية والرياضيات فى أوروبا من جديد وخاصة فى إيطاليا وأسبانيا . وقد اتسعت المعرفة عن التوزيع الجغرافى للبحار والمحيطات تبعاً لحركة الكشوف الجغرافية التى تمت إبان هذه الفترة ، ونجاح كل من الأسبانيين والبرتغاليين فى اجتياز بحر الظلمات ، وكشف الأجزاء الجنوبية من القارة الإفريقية والطريق الحديد إلى الهند . وكان لإكتشاف العالم الحديد والوصول إلى جزر الهند الشرقية أن عرفت أبعاد المحيطين الأطلسى والهادى .

ويرجع الفضل فى قيام حركة الكشوف الجغرافية البرتغالية للامير هنرى

١ - محمد ياسين الحموى « تاريخ الأسطول العربى » دمشق سنة ١٩٤٥ .

الملاح الذى كان له فضل سبق في بدء هذه الكشف والإبحار بجانب الساحل الشمالى الغربى لأفريقية عام ١٤١٥ . ونجح مالفتى عام ١٤٤٦ في الوصول إلى ساحل غرب أفريقية . ثم تبع ذلك رحلات بحرية مختلفة على طول الساحل الغربى لأفريقية ، وذلك لإمتغلال الأراضي الواقعة بجزر الساحل ومن أهم هذه الرحلات تلك التى قام بها الملاح بارثولميودياز Bartholomew Diaz عام ١٤٨٧ ، والتى وصل فيها إلى الساحل الجنوبى الغربى لأفريقية . وفى عام ١٤٩٦ م قام فاسكو داجاما Vasco de Gama برحلته المشهورة ودار حول رأس الرجاء الصالح ، ثم إتجه من الجنوب إلى الشمال بمحاذاة الساحل الشرقى لأفريقية ووصل إلى جزيرة زنبار . ويقال إن أحد التجار العرب أرشد داجاما إلى الطريق الملاحى الذى يصل إلى الهند ، وعلى ذلك وصل داجاما إلى قاليقوت عام ١٤٩٨ م . وكانت نتيجة هذا الإكتشاف أن تحولت الطرق الملاحية العالمية بين شرق آسيا وغرب أوروبا إلى طريق رأس الرجاء الصالح بدلا من الأراضي المصرية (١) .

وتلى مرحلة إكتشاف الرأس الجنوبى لأفريقية ، مرحلة هامة أخرى وهى مرحلة أكتشاف العالم الجديد والمحيط الهادى . وقد بدأت هذه المرحلة برحلات كريستوفر كولومبس الذى قام بأربع رحلات بحرية فيما بين ١٤٩٢ - ١٥٠٤ م . وتمكن من إكتشاف جزر الهند الغربية وأمريكا الوسطى ، واعتقد أنه إكتشف الطريق الملاحى إلى جزر الهند الشرقية .

ومن جزر الهند الغربية قام الملاحون الأسبانىون برحلات ثانوية لأكتشاف سواحل هذا العالم الجديد . ومن أشهر هذه الرحلات تلك التى قام بها ستيفن جومز Stephen Gomez والذى أبحر بمحاذاة الساحل الشرقى لأمريكا الشمالية فيما بين فلوريدا ونوفا سكوتشيا . كما اكتشف كبرال Cabral الساحل الشمالى للبرازيل ومصب نهر الأمازون . وفيما بين عام ١٤٩٧ - ١٥٠٣ م . نجح امريجو فاسبوتشى في الوصول إلى مصب نهر لابلاتا بل يرجح

1- Barker, J.N.L., History of Geographical discovery. , London, 1948

أنه سار بمحاذاة الساحل الشرقى لأمريكا الجنوبية حتى دائرة عرض ٥٠° ١ جنوباً ،

ثم جاء دور رحلة ماجلان التى قام بها عام ١٥١٩ ووصل من أسبانيا إلى ساحل البرازيل فى بداية عام ١٥٢٠. ونتيجة ماجلان بعدها جنوباً بجوار الساحل الشرقى لأمريكا الجنوبية وعبر المضيق الذى عرف باسمه ، ثم واصل سيره غرباً فى المحيط الهادى بمساعدة الرياح التجارية الجنوبية الشرقية ، ووصل إلى جزر ماركويساس ثم جزر مارشل ومنها إلى جزر الهند الشرقية . ثم أكمل خط سير الرحلة مساعده بيجافيتا Piga fetta (بعد أن قتل ماجلان فى جزيرة سيبو) ، وأبحر إلى منطقة رأس الرجاء الصالح ثم عاد إلى أسبانيا. وكان من نتيجة الرحلة هذه أن أثبت ماجلان حقيقة كروية الأرض كما ظهرت جميع أجزاء قارات العالم الكبرى على الخرائط لأول مرة منذ بداية التاريخ البشرى .

ومنذ بداية القرن السابع عشر اهتم المغامرون والتباطنة بكشف المسطحات المائية القطبية ، ومن أظهر الرحلات البحرية التى قامت لهذا الغرض رحلات نانسن وبيرى وشاكلتون وجيمس كوك . ولكن لم تعرف القارة الجنوبية القطبية أن تارتىكه (إلا بعد رحلات جيمس كوك فيما بين ١٧٦٩ - ١٧٧٢ م) (١) وبعد إكتشاف قارة أمريكا بدأت مراحل الإستعمار الإوروبى (خاصة أسبانيا وإنجلترا وفرنسا) للإستيلاء على الثروات الطبيعية والموارد الإقتصادية الهائلة فى أجزاء هذا العالم الجديد. وفى نفس الوقت تطلبت الرحلات البحرية إلى العالم الجديد المزيد من المعلومات الخاصة بالبحار والمحيطات حتى تيسر سبل الملاحة فى المحيط ، وأن تتنازه السفن فى سرعة وسلام . وقد ساعدت الرحلات البحرية المتجهة إلى العالم الجديد على جمع معلومات كثيرة عن خبايا المحيط الإطلسى وتدوين الكثير فيما يتعلق بالخصائص الطبيعية للمياه ومشاهدات حركة الأمواج واتجاهات التيارات البحرية الرئيسية ومسالكها فى بحار العالم المختلفة .

١ - Sverdrup, H. U., (The ocean ...), Prentice - Hall Inc. (1962),

وفي أواخر القرن الثامن عشر ، ظهر كذلك بعض الباحثين بالعالم الجديد نفسه ، واهتموا بدراسة البحار والمحيطات وشئون الملاحة التجارية ونذكر من هؤلاء بنيامين فرانكلين Benjamin Franklin . وركز فرانكلين عنايته للدراسة التيارات البحرية التي تسيّر بحوار السواحل الشرقية لأمريكا الشمالية . ونجح في إنشاء خريطة بحرية تفصيلية موضحاً عليها خط سير تيار الخليج الدفء . وقد استمد فرانكلين كثير من المعلومات التي ساعدته في إنشاء هذه الخريطة من قصص قباطة اليانكي المهاجرون (القدماء لأمريكا) وأخبارهم ونشرت خريطته عام ١٧٨٦ في المجلة الأمريكية المعروفة باسم .

Transaction of the American Philosophical Society , 1785.

وقد بذل فرانكلين كذلك عدة محاولات لقياس درجة حرارة المياه السطحية خاصة في المحيط الأطلسي الشمالي . كما إنه إعتاد أن يأخذ عينات مختلفة من المياه بواسطة جرادل بجمال متينة على أعماق مختلفة لدراسة تركيبها وخصائصها الطبيعية (١) :

٨- الفكر الأفيانوغرافي خلال القرن التاسع عشر

تميزت الدراسات الأفيانوغرافية بالنفط العلمي واصبحت تشكل علماً له قواعده وأصوله منذ بداية القرن التاسع عشر . ومنذ هذا الوقت بدأت تنشعب الدراسات التفصيلية وتميزت الأفرع الثانوية لهذا العلم كذلك عن غيرها من أفرع العلوم الأخرى . وتقدمت طرق البحث الأفيانوغرافي تبعاً لاستخدام أجهزة وأدوات جديدة ، كما ظهر في هذه الفترة فئة من العلماء نذكر منهم أدنبرج Ehrenberg ، وهامبولت Hamboldt ، وهوكر Hooker وأورشتد Orsted . وقد أجرى هؤلاء العلماء كثير من الأبحاث تختص أساساً بالبيئة الطبيعية التي تعيش فيها البلانكتون والزويلاكتون ، وأثر ذلك في الحياة

1 - Cowen, R. C. (Frontiers of the sea), London, 1960 ,

البيولوجية بمياه البحار والمحيطات . ولكن كانت لدراسات شكل من مسائل فونتين ماري ، وإدوار فوربسي ، وتشارلس ملوسون أثرها الواضح في تقدم الفكر الأقيانوغرافي العالمي . ولذا يحسن أن نشير إلى أهمية الأبحاث الأقيانوغرافية التي قام بها هؤلاء العلماء الذين وضعوا الأسس الحديثة لعلوم البحار والمحيطات (١) .

١- ماثيو فونتين ماري : Mathew Fontaine Marry

يمتدبر القبطان البحري الأمريكي ماثيو فونتين ماري (١٨٠٦ - ١٨٨٣) أول من حول الوصف الأقيانوغرافي الذي كان قائماً على المعلومات المستمدة من المغامرات والرحلات البحرية إلى علم له قواعده وأصوله . واهتم بدراسة الخصائص الطبيعية لمياه البحار والمحيطات وطبيعة حركتها ، وتعد نتائج أبحاثه أهم الأسس التي بنيت عليها قواعد الأقيانوغرافيا الطبيعية الحديثة . وقبل حياة ماري كان البحارة يغامرون بأبحار فوق مياه المحيط دون الإستعانة بأى معلومات مدونة عن التيارات البحرية أو طبيعة الأمواج ، أو مواسم العواصف والأنواء . ولكن خلال حياته وبعد وفاته أصبح البحارة لا يستغنون عن الخرائط البحرية التفصيلية . ولذا كرس ماري حياته لخدمة الملاحة البحرية . ، ولخص أهداف أبحاثه حين ذكر :

(Nothing less then to blaze way through the winds of the sea by which the navigator may find the best paths at all seasons),

ولم يقتصر نشاط ماري على نشر الخرائط البحرية فقط ، بل أصدر كتاباً عن فن الملاحة البحرية عام ١٨٣٦ وكان له صيتاً ذائعاً إبان هذه الفترة (٢) . ومنذ عام ١٨٣٩ كرس ماري كل جهوده لأخذ عينات من مياه المحيط ، ودراسة كيفية حدوث الأمواج وأشكالها ومسالك التيارات البحرية . وقد أتسمت دراساته بكونها قائمة على أسس المنهج الوصفي التجريبي .

1- King, C. A. M., (Oceanography for geographers) London, 1962

2- Marry, M.F., (New theoretical and practical treatise on navigation), N.Y., (1836) .

وفي عام ١٨٤٢ عين في وظيفة المدير العام للمرصد البحري الأمريكي . وساعده هذا المنصب الجديد على أن يتوسع في دراساته وأن يجمع من المعلومات والبيانات الكثير مما توضح خصائص مياه البحار والمحيطات . وبعد مرور خمسة أعوام على إشتغاله في هذا المنصب الجديد نشر ماري خرائط بحرية تفصيلية عن الرياح وعلاقتها باتجاه التيارات البحرية . (لوحة ١)



(لوحة ١ ماثيوفرنتين ماري)

وفي عام ١٨٥١ . نجح ماري في أن يضع تصنيفاً يميز فيه أنواع الكتل المائية المختلفة تبعاً لاختلاف الخصائص الطبيعية لمياه كل كتلة . ثم عني كذلك

بدراسة بيولوجية البحار والمحيطات وخاصة البيئة الطبيعية التي تعيش فيها الثدييات البحرية ، وأماكن تركيز الحيتان . وقد ساعدته هذه المعلومات على نشر كتابه الثاني عن الجغرافيا الطبيعية للبحار سنة ١٨٥٥ . (١)

ب - إدوارد فوربس : E. F. RBES

واذا كانت أسس الأقيانوغرافيا الطبيعية قد وضعت على أيدي الباحثين الأمريكيين ، فإن قواعد الأقيانوغرافية البيولوجية بنيت على أكتاف إدوارد فوربس البريطاني. وبذا يعتبر فوربس (على الرغم من مرور نحو ٢٠٠ عام على وفاة أرسطو - أول من كتب عن بيولوجية البحار) الباحث الأول الذي أتبع منهج أرسطو في هذه الدراسة . وقد عمل فوربس على تعديل المنهج

1- Marry. M. F, (Physical ge-graphy of the sea), N.Y., 1855.

الدراسى لهذا الفيلسوف وإضافة الكثير من المعلومات الخاصة ببيولوجية البحار والمحيطات إليه. وعكف فوربس على دراسة تطور الكائنات النباتية والحيوانية فوق اليابس والماء ، كما اهتم كذلك بدراسة أنواع الحفريات المختلفة المدفونة بالطبقات الصخرية .

وقد أوضح فوربس أن لتضاريس قاع المحيط أثراً ملحوظاً في التوزيع الجغرافى للكائنات البحرية . فقد تعمل الحواجز المحيطية العظمى مثلاً على حصر الكائنات البحرية في منطقة محدودة دون أن تساعد على الانتقال إلى بيئات بحرية مختلفة أخرى . كما ألقى هناك أرتبداً وثيقاً بين كل من التوزيع الجغرافى للكائنات البحرية وبين خصوبة مياه المحيط ووفرة المواد الغذائية Nutrient materials والخصائص الطبيعية لمياه المحيط .

وبمجيء عام ١٨٥٠ تمكن فوربس من تكوين مدرسة من العلماء الأسكتلنديين للتخصص في دراسة بيولوجية البحار . وقد استفاد فوربس بعد اتصاله بالعالمين سارس M. Sars النرويجي ، وهنرى إدوارد H. Edward الفرنسى . وقد تبادل ثلاثتهم المعرفة والفكر الأقيانوغرافى واستعانوا بالحصول على عينات من الكائنات البحرية التى تعيش بالقرب من القاع باستخدام الرحافة الأولية Naturalist dredge والى كان أول من استعملها من قبل العالمان الإيطاليان دوناتى Donati ، ومارسجلى Marsigli فى منتصف القرن الثامن عشر . (١)

ومن أشهر كتابات فوربس ، بحثه عن سمك النجمة فى بريطانيا ، الذى طبع عام ١٨٤٠ . وقد عين بعد ذلك أستاذاً لعلم النبات فى جامعة لندن ، ثم أستاذاً لعلم التاريخ فى أدنبره باسكتلند . وبطبيعة عمله باحثاً فى مصلحة المساحة الجيولوجية البريطانية قام بعدة إبحاث عام ١٨٤١ يختص معظمها بدراسة بيولوجية البحر الأبيض المتوسط ، وقد تمكن خلال رحلاته أن يجمع أعداداً كبيرة من الكائنات خاصة تلك التى تعيش على أعماق بعيدة فى كل من

1- Von Arx W. S, (Introduction to physical oceanography), London (1964).

البحر الأبيض المتوسط وبحر إيجه ٥

وقد نجح فوربس في الحصول على عينات من كائنات سمك النجمة على عمق ١٢٠٠ قدم في البحر الأبيض المتوسط . وقد غيرت هذه النتيجة النظرية البيولوجية التي كانت سائدة في ذلك الوقت ، والتي كانت تشير بأنه لا تعيش أى كائنات بحرية صغيرة عند هذه الأعماق البعيدة من البحر . وقد أمدته أبحاثه في البحر الأبيض المتوسط بأفكار جديدة ساعدته على تكوين نظريته المشهورة الخاصة بتصنيف الكائنات البحرية تبعاً للطبقات المائية المختلفة التي تعيش فيها . وعلى ذلك رجح فوربس أنه يمكن تقسيم المسطحات المائية إلى ثمانية أقسام كبرى تمتد من سطح الماء إلى أسفل حتى عمق ١٨٠٠ قدم .^١ وقد أوضح أن الكائنات التي تحتاج لمقدار كبير من أشعة الشمس والضوء تعيش عادة في الطبقات العليا ، ثم يليها إلى أسفل تلك الكائنات التي لا تعتمد على النباتات المجهرية في غذائها ، كما لا تحتاج إلى كميات كبيرة من الضوء . أما عن الكتل المائية المختلفة التي تقع على أعماق أبعد من ١٨٠٠ قدم فقد رجح فوربس أنها لا تحتوي على كائنات حية تعيش فيها وأطلق عليها اسم « منطقة

اللاحياء Azoic Zone (١) ٥

ولم تصمد نظرية اللاحياء طويلاً أمام الأستكشافات البحرية المتوالية ، بل بل تحطمت أفكارها كذلك عن طريق الصدفة ففي عام ١٨٦٠ حدث خلل^٢ بعض أجزاء من الكابلات التلغرافية الممتدة فوق قاع البحر الأبيض المتوسط والتي كانت مثبتة فوق أرضية البحر على عمق ٧٢٠٠ قدم . وعندما رفعت هذه الكابلات لإصلاحها ، تبين أن جذرائها ملصقة عليها أنواع عديدة من الكائنات البحرية التي تعيش في الأعماق البعيدة . كما أكدت نتائج البعثة العلمية التي أجريت أبحاثها في المياه القطبية حول قارة أنتارتيكه فيما بين ١٨٣٩-١٨٤٣ ، تحت إشراف الباحث جيمس روس J. Ross ، وجود حياة في الأعماق البعيدة جداً من المحيط . وتمكنت البعثة من جمع عينات مختلفة من الكائنات البحرية التي تعيش هناك على أعماق أبعد من ٢٤٠٠ قدم .

^١ - Iwen, C., (Frontiers of the Sea), London, 1960.

وعلى أى حال يعتبر إدوارد فوربس تبعاً للإبحاث الأوقيانوغرافية العديدة التي أصدرها والمنهج العلمي الجليل الذي أتبعه المؤسس الحقيقي لعلم الأوقيانوغرافيا البيولوجية الحديثة .

جـ - تشارلس طومسون : (١٨٨٢ - ١٨٢٠) Charles Thomson

حاول طومسون تعديل نظرية منطقة الازقية Azcie Zone التي رجعها



فوربس من قبل . وقد أوضح طومسون أنه كلما تعمقنا في مياه المحيط ١٠٠ قامة ، يزداد الضغط في المياه بمعدل $\frac{1}{4}$ طن لكل بوصة مربعة من المياه . يتضح بالتالي أنه قد يكون من الصعب أن نتحمل أى من الكائنات البحرية هذا الضغط العالي ، هذا إلى جانب قلة الضوء أو عدمه وبرودة المياه في الطبقات العميقة . ولكن إذا تذكرنا بأننا نحن كذلك نعيش في حالات الضغط الجوي العالي الذي يبلغ ١٥

قدماً لكل بوصة ، ومع ذلك لانحس لوحه « ٢ » سير تشارلس ويفرل طومسون به ، لأن الضغط متشابه داخل أجسامنا وخارجها ، لأدركنا كذلك أن الكائنات التي تعيش في البحر العميق تتشابه من حيث درجة الضغط داخل أجسامها مع الضغط الواقع خارجها أو عليها مما يمكنها من البقاء والعيش في مثل هذه البيئة . (لوحه ٢) ٥

وقد عكف طومسون مثل أستاذه فوربس على دراسة كائنات المحيط التي تعيش في الأعماق البعيدة وقد ساعده زميله كاربنتر W. B. Carpenter في هذا المجال . وقد زودتهما الأدميرالية البحرية في بريطانيا بسفيتين خاصتين للأبحاث فيما بين عام ١٨٦٠ - ١٨٧٠ ، ومن ثم تمكننا من جمع كائنات بحرية

تعيش على عمق ٣ أميال من سطح الماء . وبعد نهاية الرحلات العلمية باستخدام السفينتين H.M.S. Lightning and H.M.S. Porcupine أوضح الأستاذ كارينتر للأدميرالية البحرية ، ضرورة القيام برحلة بحرية استكشافية كبرى حول العالم . ومما زاد من أهمية هذه الرحلة شيوع استخدام الكابلات التلغرافية الممتدة فوق قاع المحيط ، وحمية بقاؤها جيدة الاستعمال ومعرفة مدى تأثيرها بفعل المياه وتعرضها للكائنات البحرية التي تراكم عليها . (١)

وقد ساعد المجتمع البريطاني الملكي The Royal Society طومسون القيام بهذه الرحلة . وفي عام ١٨٧٢ اختير طومسون لرئاسة أعظم رحلة علمية عرفها التاريخ البشرى ، وعرفت باسم رحلة شالنجر Challenger Expedition وخصصت لهذه البعثة سفينة أبحاث خاصة حملت هذا الاسم كذلك H. M. S. Challenger ولم تكن الحكومة البريطانية تتوقع أى مكسب مادي من هذه الرحلة ، ولكن عندما فحص جون مارى J. Marry (عالم جيولوجى من أعضاء البعثة) صخور جزر كريسماس بالمحيط الهادى ، أكد أن صخور هذه الجزر غنية جداً بالفوسفات . ونجح بعد عودته فى إقناع الحكومة البريطانية باستغلال مناجم الفوسفات فى هذه الجزر . ويقدر أن الأرباح التى أتت عن طريق استغلال خام الفوسفات تزيد عن ضعف تكاليف هذه الرحلة العلمية الكبرى . وقد ساهمت هذه الرحلة فى تطور علم الأحيانوغرافيا وتقدمه تبعاً للعينات المختلفة من الكائنات البحرية التى تم جمعها من محيطات العالم ثم الإنعكاف على دراستها . ولذا يحسن أن نشير إلى بعض الرحلات الأحيانوغرافية الكبرى .

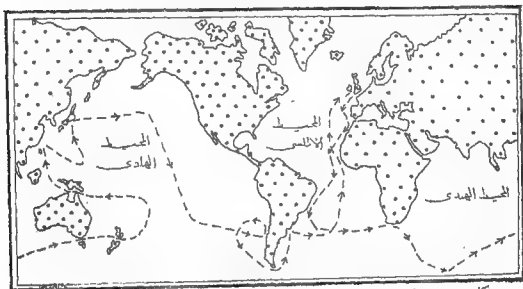
٩ - الرحلات الملاحية البحرية العلمية

أولا - رحلة شالنجر : Challenger Expedition

بدأت رحلة الاستكشافات العلمية البحرية على السفينة شالنجر يوم ٧ ديسمبر ١٨٧٢ وبدأت سبورها من ميناء لندن ، وقامت بدورة كبرى حول

1-King. C. A. M., (Oceanography for geographers) London, 1962

العالم حيث قطعت نحو ٦٨,٧٩٠ ميلاً بحرياً ، وعادت ثانية إلى ميناء لندن في يوم ٢٧ مايو ١٨٧٦ . وأبحرت الرحلة من لندن إلى جبل طارق ثم إلى جزر كناريا ، وبعدها غرباً حتى ساحل سلفادور بالبرازيل . ثم اتجهت الباخرة شرقاً مع دائرة عرض ٣٤° جنوباً إلى أن وصلت إلى مدينة «كيب ناون» على الساحل الإفريقي الجنوبي ، ثم اتجهت إلى الجنوب الشرقى حتى سواحل أنتارتيكه ، وبعدها أبحرت نحو الشمال الشرقى إلى أن وصلت جزيرة سمانيا في المحيط الهادى مارة بنوزيلند ثم اتجهت شمالاً حتى جزر اليابان ،



شكل « ٢ » خط سير رحلة شالنجر البحرية (ديسمبر سنة ١٨٧٢ إلى مايو سنة ١٨٧٦)

مدها اتجهت شرقاً ثم نحو الجنوب حتى ساحل ستياجوبشيلي بعد أن أبحرت عدة دراسات متنوعة حول الجزر المتناثرة المجاورة لساحل شيلي (مثل جزر سانت فيليكس St. Felix وجوان فرناندز Juan Fernandez) . ثم اتجهت الرحلة جنوباً عبر مضيق ماجلان ، وبعدها شمالاً لدراسة المسطحات المائية والاحياء البحرية عند مصب نهر لابلاتا بالأرجنتين . ثم أبحرت الباخرة شمالاً حتى ساحل ليبريا وسيراليون وبعدها عادت إلى الجزر البريطانية .

وقد جمعت البعثة خلال هذه الرحلة عدة آلاف من الكائنات البحرية

الغريبة الشكل والنوع، والتي لم تكن تعرف لدى البيولوجيين من قبل. وما زال بعض هذه الكائنات البحرية التي جمعها الرحلة تعد حتى الآن في حاجة إلى البحث والدراسة التفصيلية. وتمثل هذه الرحلة التي استغرقت نحو ثلاث سنوات ونصف. أعظم وأطول رحلة بحرية علمية عرفها التاريخ البشرى. (١) ويجدر أن نشير كذلك إلى أن الفترة الزمنية التي أستغرقتها الرحلة كانت غير متقطعة أى أستغلت هذه المدة كلها في الدراسات الأحيانوغرافية المختلفة دون أن تتوقف السفينة أو من عليها لأغراض أخرى. وقد زودت السفينة بأحسن المعدات والأجهزة العلمية التي كانت معروفة في هذه الفترة وقد أشتملت على أدوات متنوعة تستخدم في الدراسات البيولوجية، والسيسمولوجية والجيولوجية، والأرصاد الجوية. كما زودت الباخرة بألاف من الزجاجات الخاصة التي تستخدم لأخذ عينات من المياه على أعماق مختلفة.

وتعد الباخرة شالنجر، أول باخرة علمية عبرت الدائرة القطبية، ومرت بسراجل أنارتيك، كما تمكنت الرحلة بأخذ قراءات من ٣٦٢ محطة أنشئت بأماكن مختلفة من البحار (يلزم لإنشاء المحطة البحرية، استخدام سفن قوية يمكن لها أن تمكث في بقعة ثابتة محددة بخطوط ودوائر عرض معينة حتى يمكن للباحث أخذ قراءات لمياه هذه البقعة).

وقبل قيام رحلة شالنجر كانت معلوماتنا عن مورفولوجية قاع المحيط وكائنااته محدودة جداً، ولكن بعد عودة البعثة ونشر تقاريرها زادت المعرفة بقاع المحيط. ولكن في الوقت نفسه كثر التساؤل عن نقاط أخرى جديدة في حاجة ماسة لأبحاث متعددة. وقد تمكن العلماء من تمييز ٤١٦٧ كائناً بحرياً وتصنيف ٧١٥ وحدة عائلية حيوانية جديدة لم تكن معروفة من قبل. وعلى الرغم من عناية مراقبي البعثة بالدراسات البيولوجية إلا أن الرحلة أهتمت كذلك بالدراسات الطبيعية والجيولوجية، والكيميائية لمياه المحيط، وقد تمكنت البعثة من تسجيل أعظم عمق للمحيط وهو الواقع في خائق مريانا Marianas والذي بلغ ٢٦٨٥٠ قدم تحت سطح البحر، وعرف باسم عمق شالنجر Challenger Deep. كما تمكنت

1- Cowen, R. C, (Frontiers of the sea), London, 1960.

البعثة من تسجيل قراءات عديدة تخصص بتحديد درجة حرارة المياه، السطحية والشمالية بالمحيطات ، ونشرت خرائط بحرية تفصيلية كذلك توضح مسار التيارات البحرية وأماكن العواصف وعلاقتها بنظام الرياح في بقاع مختلفة من المحيطات ؛

وبعد انتهاء رحلة شالانجر Challenger أنشأ الأستاذ طومسون معهداً خاصاً لتفسير النتائج التي حصلت عليها البعثة ونشر الأبحاث العلمية حتى أصبحت أدبره بأسكتلند في هذا الوقت كعبة الدراسات البيولوجية البحرية ووفد إليها علماء الأحيانوغرافيا من كل مكان في العالم .

(ثانياً - الرحلات البحرية لبعض هيأة علوم البحار والمحيطات :

بعد النتائج الهائلة التي توصلت إليها بعثة شالانجر البحرية ، اهتمت دول العالم بالدراسات الأحيانوغرافية حتى يمكن إستغلال المسطحات المائية بصورة إقتصادية . وقامت عدة بعثات علمية خلال الربع الأخير من القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين للاستفادة في نقاط متنوعة، ولتكملة بعض الفراغ في أبحاث بعثة شالانجر البحرية . قامت معظم هذه البعثات على أكتاف هواة العلم دون الإستعانة بالأعلانات المالية الأهلية أو الحكومية . ومن أشهر هذه الرحلات العلمية تلك التي قام بها :

(١) ألكسندر أجازيز Alexander Agaziz (١٨٣٥-١٩١٠)

وهو ابن العالم المشهور لويس أجازيز ، وقصد عشق الإبحار في بحار العالم المختلفة حتى بلغ مجموع أطوال ما أبحره نحو ١٠٠,٠٠٠ ميل ، وكان معظمها في البحار المدارية بالبحر الكاريبي والمحيطين الهندي والهادي . وقد زاد مجموع ما أخذه من قراءات لأعماق المحيطات في هذه البحار أكثر من كل النتائج التي حصلت عليها البعثات العلمية الأخرى مجتمعة . وتبعاً لكونه مهندساً ، فقد نجح في ادخال بعض التحسينات والتعديلات على الأجهزة الخاصة بعمليات القياس والتسجيل الأحيانوغرافي .

وبعد وفاة والده عام ١٨٧٣ ، وقع على عاتقه إدارة معهد الأحياء المائية الذى كان يشرف عليه ولده من قبل . وصرف الكسندر على عمليات تحسينه وتزويده بالكائنات البحرية المختلفة ما يزيد عن ١,٥ مليون دولار من ماله الخاص . وعلى الرغم من خدماته المادية الجليلة لخدمة هذا العلم فقد كان الكسندر يفضل أن يكون باحثاً أقيانوغرافياً متجولاً فى البحار . وعلى ذلك ترك معهد الأحياء المائية وقام برحلات بحرية جديدة وسجل أعظم انتصاراته العلمية فى رحلاته التى قام بها فيما بين عام ١٨٨٧ - ١٩٠٥ .

(ب) الأمير هنرى تشامراس : Prince A. Charles

وهو من أسرة حكام إمارة موناكو ، وعرف بحبه للمغامرات البحرية ، وعنايته بالدراسة الأقيانوغرافية ، وقد عمل هذا الأمير فى بداية حياته ضابطاً فى البحرية الإسبانية ، كما كان قبطاناً ممتازاً بحيث كان من السهل عليه قيادة السفينة العملية بمفرده . وعلى ذلك كان يقوم بعمالين فى وقت واحد ، وذلك لكونه قبطاناً للباخرة ، ومديراً للأعمال العملية فيها .

وقد ساعد الأمير نخبة من علماء الأقيانوغرافيا فى هذا الوقت وأجروا معه أبحاث علمية مشتركة . ويعتبر الأمير ألبرت أول من استعمل أنواعاً جديدة من الشبكات التى تستخدم لجمع الكائنات البحرية فى الأعماق المختلفة والإستعانة بالأضواء الكهربائية تحت سطح الماء لكى تجذب أنواع الكائنات المحبة للضوء . ولكن أعظم ما قام به هو اختراعه لنظام العوامات الطافية Drifting Float ، وميز بواسطتها مسالك التيارات البحرية . كما عنى كذلك بدراسة مورفولوجية قاع البحار والمحيطات ، وإنشاء خرائط تفصيلية تصور طبيعة قاع المحيطات ، خاصة قاع المحيط الأطلسى وقاع البحر الأبيض المتوسط .

وعنى ألبرت تشارلس بدراسة الثدييات البحرية وخاصة الحيتان ، وأثناء رحلته حول جزر أزورس ١٨٩٥ صادف حوتاً ميتاً ، ملقياً على ظهره ، وعند فحص أمعائه نجح فى أن يميز الغذاء الذى تعيش عليه هذه الأنواع

من الحيتان. وكتب الأمير الكثير عن البيئات الطبيعية التي تعيش فيها مجموعات الحيتان المختلفة وأسباب هجراتها الفصلية من مكان إلى آخر . ويرجع الفضل إلى الأمير ألبرت فيما يضمه متحف الأحياء المائية بموناكو من كائنات بحرية فريدة في أنواعها .

١٠ - الفكر الأقيانوغرافي من بداية

القرن العشرين حتى الوقت الحاضر

قفزت المعرفة الأقيانوغرافية في بداية هذا القرن قفزات سريعة نحو التقدم والتطور، وأولت الحكومات والجامعات الكبرى وبعض الأشخاص اهتمامهم الخاص بهذا النوع من الدراسات ، وأزدهرت الدراسات الأقيانوغرافية في مراهد متعددة منها معهد الأحياء المائية في موناكو، ومعهد الأحياء المائية في نابلي Stazione Zoologica الذي أنشأه الدكتور أنطون دهرن A. Dohrn العالم البيولوجي الألماني . ولم يقتصر نشاط هذا الباحث على جمع الأحياء المائية البحرية وتصنيفها كما فعل ما سبقه من العلماء ، ولكنه وضع بالمعهد صناديق زجاجية مختلفة ، واحتفظ فيها بالكائنات البحرية الغريبة حتى يسهل دراسة البيئة الطبيعية التي تعيش فيها والألغام بسلوكها العام . وقد واجهت الأبحاث الأقيانوغرافية في هذه الفترة عدة مشاكل منها : —

١ — يكلف إجراء الأبحاث الأقيانوغرافية مبالغ كبيرة .

ب — عدم توفر السفن الخاصة اللازمة لأجراء الأبحاث الأقيانوغرافية .

ج — قد يلزم أن يكون باحث الأقيانوغرافيا بحاراً ممتازاً .

د — تنوع المعرفة في العلم وتعددتها ، ذلك لأن الأقيانوغرافيا ما هي إلا دراسة تطبيقية لعلوم متنوعة منها الطبيعة ، والكيمياء ، والبيولوجيا ، والرياضة ، والجولوجيا ، وجيومورفولوجية السواحل والجغرافيا .

هـ - الحاجة الدائمة إلى أدوات قياس جديدة تنسم بالدقة حتى يمكن إجراء عمليات القياس المختلفة .

وقد ساهمت حكومات بعض الدول على تقدم العلوم الأتيناوغرافية بتقديم المساعدات المادية للعلماء الذين أخذوا على عاتقهم القيام بهذه الأبحاث ،

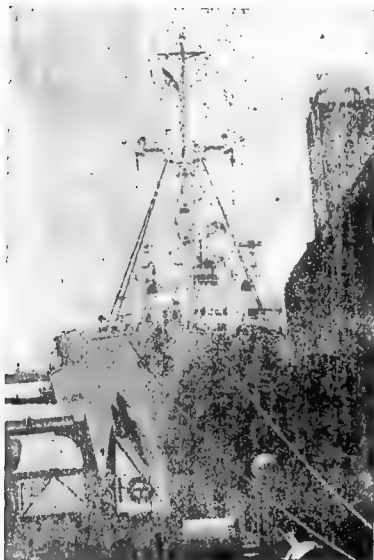


« لوحة ٣ » سفينة الأبحاث سبسر (طولها ٢٠٢ متراً ، وتبلغ معهد سكريس الإتيناوغرافي) .

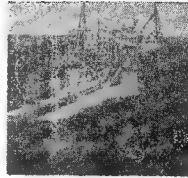
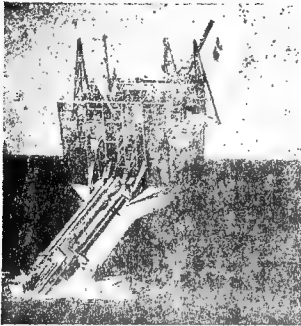


« لوحة ٤ » سفينة الأبحاث فيا (طولها ٢٠٢ متراً ، وتبلغ مرصد لامونت الجيولوجي) .

وتوفر سفن الأبحاث الخاصة والمزودة بالمعامل والأجهزة المختلفة : ومن أشهر هذه السفن ، سفينة الأبحاث سبنسر Spencer التابعة لمعهد سكريبس الأقيانوغرافي (تحت اشراف جامعة كاليفورنيا) . وقد استخدمت هذه السفينة عند دراسة جيولوجية قاع المحيط الهادى (لوحة ٣) . وسفينة الأبحاث



« لوحة ٥ » سفينة الأبحاث السوفيتية ميخائيل ميخائيلوف



(١)
« لوحة ٦ » سفينة الأبحاث فيليب
(١٠ ب ٤ ج) توضح مراحل إنقاذ السفينة الرضع
الرأس وتثبيت الحطّة البديّة بالمياه .

(ب)



(ج)

فيما Vema ، وتتمتع مرصد لموت
البحرولوجي بنيويورك . واستخدمت
هذه السفينة عند دراسة جيولوجية قاع
المحيط الهندي ، وقاع المحيط الأطلسي .
(لوحة ٤) . وفي الاتحاد السوفيتي ساهمت
الدولة في إنشاء معاهد للدراسات
الاقيانوغرافية أهمها معهد موسكو ،
ومعهد لننجراد . ومن أشهر السفن
السوفيتية التي تستخدم في الأبحاث
الاقيانوغرافية سفينة ميخائيل لمونوسوف
(لوحة ٥) .

وعلى الرغم من تقدم صنع سفن
الأبحاث الاقيانوغرافية ، إلا أن هذه
السفن من الصعب أن تقف ثابتة تماماً في
محطات المختارة بمياه البحر . ولذا

قد تتأثر البيانات والقراءات التي تدونها الأجهزة والأدوات بمعامل السفينة تبعاً لتزحزحها من موقعها بالمحطة البحرية . ومن ثم اخترع حديثاً بالولايات المتحدة الأمريكية سفينة أبحاث جديدة تعرف باسم « فيليب Filip » ، بحيث يمكن أن تغرق هذه السفينة ساكنة تماماً في أى موقع بالمحيط وهي في وضع رأسى (شكل ١٦ ، ب ، ح) ويبلغ طول السفينة ١٠٨ متر ولها ، زيل يبلغ طوله ٩٠ متر ، وحمولها نحو ٦٠٠ طن ، وتحتوى على أربعة أدوار تضم معامل الأبحاث الأقيانوغرافية . ويحتوى زيل السفينة على حجرة طولية عظمى يمكن أن تمتلأ بنحو ١٥٠٠ طن من مياه البحر ، فتغرق ثابتة في موقعها دون أن تتحرك . وعند اختيار موقع المحطة البحرية ، ترتفع أجزاء السفينة بالتدرج (تستغرق العملية كلها نحو ١٥ دقيقة) وتمتلأ الحجرة الطولية بالمياه ومن ثم تستقر السفينة بالمياه وهي في وضع رأسى وقد تبين أنه لو تعرضت هذه السفينة لأمواج أرتفاعها ١٠ أمتار فلا تتزحزح جانبياً من موقعها المختار أكثر من ٧ سم . ومن ثم تعد هذه السفينة الجديدة أحسن سفن الأبحاث أقيانوغرافية التي تستخدم عند إنشاء المحطات الأقيانوغرافية بمياه المحيط وقد سجلت السفينة رقماً قياسياً عندما سكنت في محطة بحرية بالمحيط الهادى في وضعها الرأسى لمدة بلغت ٢٧ يوماً دون أن تتزحزح من موقعها . (١)

ومنذ عام ١٩٢٠ بدأ يظهر المنهج الرياضى فى الدراسات الأقيانوغرافية خاصة فى كتابات علماء الأرضاد الاسكتلنديين وغيرهم أمثال جيركينز Jerkens والأستاذ هيلان هانسن Hellan Hansen . وقد ساهمت هذه الدراسات فى تحديد العلاقة المتبادلة بين درجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها والعلاقة بين الرياح والأمواج والتيارات البحرية وكيفية تحديد اتجاه حركة المياه وسرعتها . وعلى ذلك فتحت هذه الأبحاث المجال لدراسة التيارات البحرية السفلية فى البحار والمحيطات . ومن ثم يجدر بنا أن نشير إلى أهم الطرق المستخدمة فى الكشف عن قاع البحار والمحيطات والأدوات اللازمة لذلك .

(١) طريقة الصون وصداه : Sounding Methods

ظلت طريقة قياس أعماق البحار والمحيطات معتمدة على الطريقة البدائية القديمة ، وهي إنزال جبل متين من الكتان يربط في طرفه ثقل يساعد على حركة نزول الجبل إلى أرضية المحيط . وبلا شك عند قياس أعماق بعيدة (ألف متر مثلاً) يحتاج في هذه الحالة إلى جبل بهذا الطول أو أكثر قليلاً ذلك لأنه من الصعب أن يكون الجبل في وضع رأسي تماماً . وقد استمرت عملية قياس سبر الأعماق بهذا الشكل حتى نهاية القرن التاسع عشر ، إلى أن استخدم علماء بعثة شالنجر البحرية (١٨٧٢ - ١٨٧٦) جبل متين من سلك الصلب الرفيع بدل من الجبال الكتانية . وتحتاج هذه الطريقة إلى جهد مضمي كبير ، ذلك لأنه يلزم بقاء السفينة مدة طويلة حتى تتم عملية إنزال الجبل ثم رفعه ، فضلاً عن احتياجها إلى آلات تعمل على شد هذا الجبل للطويل ولفه .

ولا تزال مراكب وسفن الأبحاث الأقيانوغرافية تحمل من بين آلاتها وأدواتها العلمية ، الونش والسلك المرفق به Winches and wires . وبقي هذا الونش في أغراض متعددة (١) . فعند قياس درجات حرارة مياه البحر رأسيًا ، يستخدم الونش والسلك لإنزال أنابيب المياه مرفق معها الترمومتر الحرارية الخاصة ، وفي هذه الحالة لا يزيد طول السلك الملفوف حول الونش عن ٥٠٠ متر ويتراوح قطره من ٢ - ٣ ملم ويجهز الونش بموتور تراوح قوته من ٢ - ٣ قوة حصان . أما إذا كانت الأجهزة لأقيانوغرافية المستخدمة ثقيلة الوزن كما هو الحال عند استخدام الجرافات والكباشات لأخذ عينات من رواسب قاع البحر ، ففي هذه الحالة تستخدم أوانش قوية مزودة بموتور يتراوح قوته من ١٠٠ - ٢٠٠ قوة حصان وقد يصل طول السلك إلى ١٥,٠٠٠ متر وهو من الصلب الجلفن ويتراوح قطر هذا

١ - حسن أبو العينين ، وسيد حسن شرف الدين ، « الأقيانوغرافيا الطبيعية » - الاسكندرية - ١٩٦٩ - ص ٣٧٤ .

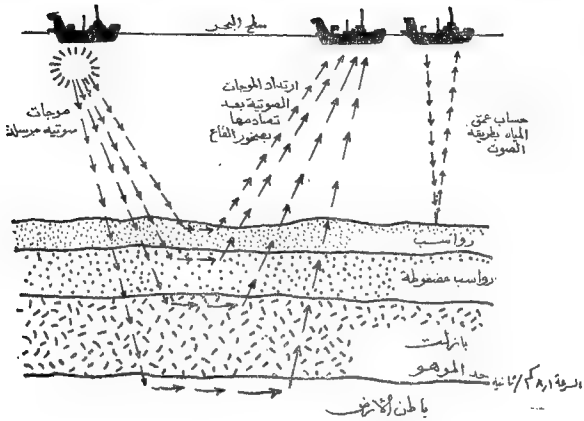
السلك من ١٠ - ٢٠ م . ويمكن لهذه الأوناش المختلفة أن تقوم بعملات إنزال الأجهزة الأتيناوغرافية ، والصعود بها بسرعة تصل إلى حوالي ١٠٠ متر في الدقيقة الواحدة .

ومنذ عام ١٩٢٠ ، استخدمت طريقة أخرى جديدة لتحديد أعماق البحار والمحيطات ورسم طبوغرافية قاع البحر ، وتعرف هذه الطريقة باسم « قنابل الأعماق » أو « طريقة الصوت » ، Sounding . (١) وتتلخص هذه الطريقة في تفجير قنبلة تحت سطح الماء ، بحيث تنتشر موجات الصوت بالماء في جميع الاتجاهات (أى موجات غير موجهة) . وعلى ذلك يصبح من السهل استنبال هذه الموجات الصوتية عن طريق محطات ثابتة معلومة الموقع . ويحسب الزمن الذي يستغرقه الصوت عند وصول دقة البندول من السطح إلى القاع ثم عودته ثانية إلى السطح . وحيث إن سرعة الصوت في الماء معروفة (٢) فإنه يمكن حساب طول المسافة إذا ما عرف الزمن (المسافة = السرعة × الزمن) . ويتبع هذه الطريقة يمكن تعيين أعماق المحيطات من ناحية وتمييز الطبقات الصخرية الصلبة عن تلك الإرسابية اللينة فوق قاع البحار تبعاً للزمن الذي يتردد خلاله الصوت فيها (شكل ٣) .

وحيث إن درجة حرارة مياه البحر تختلف من مسطح مائى إلى آخر وكذلك نسبة الملوحة التى تتغير بكتل المياه المختلفة رأسياً وأفقياً ، فقد أدخلت

١ - أول من رجع استخدام هذه الطريقة هو عالم الطبيعة الفرنسى آراجو Arago عام سنة ١٨٠٧ ، عندما أحدث صوتاً بقاع مركبة فى البحر ، ونتج عن ذلك موجات صوتية أنتشرت فى اتجاهات مختلفة بالماء ووصلت إلى القاع ثم ارتدت ثانية إلى السطح . ولكن لم تستخدم هذه الطريقة بصورة علمية دقيقة إلا منذ عام سنة ١٩٢٠ .

٢ - تبلغ سرعة الصوت فى الهواء نحو ٣٤٠ متر/ ثانية بينما تبلغ سرعته فى الماء نحو ١٤٥٠ م / ثانية ؛



شكل (٢) تحديد عمق المياه ، وتمييز التركيب الصخري لقاع البحار باستخدام طريقة للصوت

بعض التعديلات الرياضية لحساب الأعماق بصورة دقيقة بعد وضع كل هذه الاحتمالات في الاعتبار (١) .

١ - تزيد سرعة الصوت في الماء كلما ارتفعت درجة الحرارة وزادت نسبة الملوحة إلى حد معين . وعلى ذلك تختلف سرعة الصوت في الماء باختلاف العمق . أي أن سرعة الصوت في الماء =

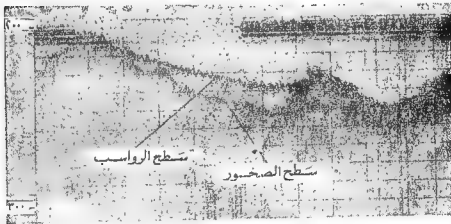
$$\sqrt{\frac{\text{معامل المرونة}}{\text{الكثافة}}}$$

بينما تقل شدة الصوت كلما ابتعدنا عن المصدر (تناسب عكسي مع البعد عن مربع مسافة مصدر الصوت) .

أي أن : شدة الصوت تتناسب مع مربع المسافة عن المصدر
(هذا في حالة عدم وجود امتصاص أو انعكاس للموجات الصوتية) .

ولم يقتصر مجال البحث على تمييز رواسب قاع المحيط بل تحديد طبيعة التركيب الصخري أسفل قاع البحار . فعند إنتشار الموجات الصوتية التى تنوغل إلى أعماق بعيدة فى قشرة الأرض ، تبين أن سرعة هذه الموجات تختلف من طبقة إلى أخرى ، وذلك يعزى إلى طبيعة التركيب الصخري لهذه الطبقات (نسبة المعادن الثقيلة العظيمة الكثافة) ، كما تصل الموجات الصوتية ثانية إلى سطح الماء فى أزمنة متفاوتة ومواقع متفرقة . وتحديد الزمن الذى تستغرقه كل مجموعة من هذه الموجات الصوتية الالاموجهة تمكن الجيولوجيون من تمييز التركيب الصخري العام لقشرة الأرض وباطنها أسفل قاع البحار والمحيطات . وقد ساهمت هذه الطريقة فى الكشف عن مصائد البترول العظمى فوق بعض الرفارف القارية . ويعتبر الدكتور موريس أوينج M. Ewing مدير مرصد لونت الجيولوجى عام ١٩٥٠ ، أول من رجح استخدام هذه الطريقة فى هذا المجال الإقتصادى الهام :

وللتغلب على المشاكل التى تواجهها نتائج طريقة الموجات الصوتية المنتشرة ، اخترع العلماء طريقة أخرى تعتمد على إرسال ذبذبات صوتية موجهة وغير مسموعة إلى القاع بواسطة جهاز Echo Sounder ثم استقبالها على نفس هذا الجهاز . ومن حساب الزمن الذى يستغرق خلال إنتقال الموجات الصوتية إلى القاع وارتدادها ثانية إلى السطح يمكن حساب أعماق المياه . وتختلف هذه الطريقة الأخيرة عن طريقة



(لوحة ٧) تسجيل الذبذبات للصوتية (سونوبروب)

الصوت العادية في أن الموجات الصوتية المنبعثة أو المرسلة عبارة عن موجات موجهة في نطاق حزمي ضيق، من السهل تحديد مناطق إرتدادها، كما يستخدم في الوقت الحاضر موجات فوق صوتية تصل ذبذباتها إلى نحو ١,٠٠٠,٠٠٠ د/الثانية . وتسجيل على أجهزة خاصة مباشرة دون سماع صدادها بالأذن المجردة . وعلى ذلك أصبح من السهل على سفن الأبحاث أن تقوم بتسجيل صدى الذبذبات الصرئية التي تعكس بدورها صورة عامة عن مورفولوجية قاع البحار ؛ ويسجل صدى الصوت بهذه الطريقة على ورق خاص ويعرف التسجيل على هذا الورق باسم « سونوبروب » . (لوحة ٧) :

(ب) جمع عينات الرواسب المقتنة من فوق قاع البحار : Sampling

على الرغم من التقدم الملحوظ الذى أحرزته الوسائل الحديثة في طرق جمع عينات الفتحات الصخرية والرواسب المختلفة من فوق قاع البحر عند الأعماق البعيدة ، إلا أنه لا زالت تمثل عدة مشاكل في حاجة إلى إيجاد الحل المناسب لها . فمن الصعب مثلاً استخراج عينات كثيرة متعددة من فوق قاع المحيط العميق في اليوم الواحد ، ذلك لأن عملية استخراجها تلزم وقتاً طويلاً وخبرة فائقة حتى تستخرج العينات الإرسابية إلى السطح دون أن تتغير معالمها أو تركيبها الصخرى العام . ومن أهم الأدوات التي تستخدم في استخراج عينات الرواسب والصخور المفتنة من فوق قاع البحر هي :-

(١) كباشة الأعماق : Orange peel Sampler

وتركب من أربعة مصاريع من الحديد تغيب شكل البرتقالة عندما تقطع إلى أربعة أجزاء . ويغطيها من أعلى شبكة حديدية نصف كروية الشكل وبها نافذة من السلك لكي تسمح للماء المضغوط بالخروج من مصاريع الكباشة ، وحتى يسهل قفلها . وتستخدم هذه الكباشة في أخذ عينات من فوق الرافار القارية وبالقرب من السواحل . (لوحة ٨ - أ) .

(ب) كباشة باترسون : Van Yeen or Patterson grap-sampler

وهي عبارة عن مصراعين كبيرين يمكن التحكم في فتحهما أو قفلهما بواسطة سلاسل حديدية تربطهما ببعض . وتستخدم هذه الكباشة عند أخذ عينات من الصخور الكبيرة الحجم نسبياً ، كما أنها تعمل على أخذ عينات

الصخور دون أن يتغير نظام ترتيبها أو إرسابها (لوحة ٨ - ب) :



(لوحة ٨ - ب) كباشة بنرسون



(لوحة ٨ - أ) كباشة الأعراق
البرتقالية الشكل في وضع اشتداد

ج) استخراج عينات من الصخور الصلبة لقاع البحار : Coring

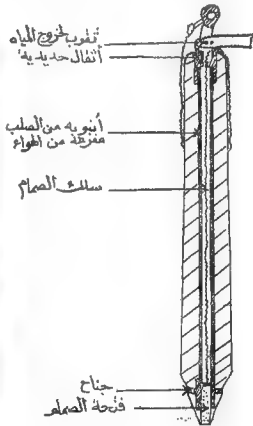
[حيث إن الكباشات لا تجلدى إلا عند جمع عينات من الرواسب الصخرية المفتتة ، لذا كان لزاماً اختراع أدوات أخرى جديدة تعمل على استخراج عينات من الصخور الصلبة لقاع البحار أو لجوانب الأخاديد والخنادق المحيطية العظمى . وقد استخدمت لهذا الغرض أنابيب من الصلب مزودة من الهواء ترسل إلى قاع البحر، وتندفع في صخورها، وتعمل على استخراج عمود من الرواسب المختلفة محتفظاً بالنظام العام لطبقات الرواسب . ومن بين هذه الأنابيب الصلبة تلك المعروفة باسم بريمة فلجر Phleger Corer ، ويمكن استخدامها من فوق قوارب الأبحاث الصغيرة، وبريمة ماكريث Mackereth corer

وهذه تعمل بفعل الضغط الهيدروليكي حيث تنكسر الصخور الصلبة للقاع وتندفع إلى أعلى في البريمة تبعاً للضغط الواقع فوق الصخور ، إلا أن هذه البريمة تستخدم فقط أثناء العمل في المياه الضحلة .

وأهم أنواع أنابيب أو بريمات الحفر هي تلك المعروفة باسم « بريمة الأعماق البعيدة » أو « بريمة كولنبرج » . وقد استعمل هذه البريمة كل من ستيسون Stetson عام ١٩٤٦ ، ثم كولنبرج Kullenberg عام ١٩٤٧ (شكل ٤ ولوحة ٩ - ١) . وأدخل على شكلها العام بعض التحسينات الإضافية التي رجعها موريس أويتج M. Ewing وسليفر مان Silverman عام ١٩٥٢ . وتركب بريمة كولنبرج من أنبوبة صلبة يختلف طولها حسب قطع المواسير الصلبة التي تضاف إليها .



(لوحة ٩ - ١) ماسورة حفر قاع
البحار والمحيطات



(شكل ٤) بريمة الأعماق لكولنبرج

ويتميز الطرف الأمامي للأنبوبة بكونه مدبباً وحاداً حتى تسهل عملية تقطيع الصخور الصلبة . وكما يتضح من شكل ٤ ، أن بداخل الأنبوبة



لوسه (٩ - ب) شبكة لتجميع
قطع الصخور من فوق قاع
البحار والمحيطات

صمام مثبت على الحافة القاطعة
ومربوط بسلك ، ويركب نقل
كبير فوق أعلى الأنبوبة قد يبلغ
وزنه عدة مئات من الكيلوجرامات
ويحتوى الجزء الأسفل من
الأنبوبة على جناحين مثبت بكل
منهما ثقل كذلك ، ويساعد
هذان الجناحان على جعل الأنبوبة
في وضع رأسي باستمرار .
وعلى ذلك عندما تصل الأنبوبة
الصلبة إلى قاع البحر ويصطدم
طرفها بالمديبة بالصخور ،
يندفع السهم إلى أعلى ومن خلفه
يرتفع كذلك عمود الرواسب
الذى هو عبارة عن عينة رأسية من
صخور هذا القاع . وقد نجح
كولنبرج عام ١٩٥٢ فى الحصول

على عينة رأسية من صخور قاع خليج جولمار بالسويد بلغ طولها ٦٠ قدماً.

وهناك كذلك مجموعة أخرى من الأنابيب التى تستخدم فى عينات من الصخور
الصلبة لجوانب الأخاديد المحيطية ، وتعرف هذه الأنابيب باسم Pipe dredge
وتعد هذه جميعاً فى أبسط صورها عبارة عن ماسورة مجوفة تتألف من
الصلب المتين ويبلغ طولها نحو ٢ متر وقطرها نحو ٥٠ سم ، وطرفها الأمامى

حاد جداً بحيث من السهل قطع الصخور البلورية الصلبة إذا ما اصطدمت بها :
ومن السهل كذلك تركيب أجزاء أخرى من الماسورات لتكون عموداً طويلاً
تبعاً للعمق الذى تنزل الىه الماسورة . وقد تزود هذه الماسورات ببعض
الحقائب الجلدية المتينة أو بأكياس من سلك الصلب المشبك ، ليجمع فيها
بعض الصخور المفتتة والى تسقط من جوانب الأخاديد المحيطية .
(لــــوحه ٩ - ب)

(د) تسجيل الخصائص الطبيعية لمياه البحار والمحيطات :

تقدم صنع الأجهزة الخاصة بتسجيل الخصائص الطبيعية لمياه البحار منذ
بداية القرن العشرين . وفيما يختص بقياس درجة حرارة المياه تستخدم ثلاث
مجموعات مختلفة من المقاييس هى : -

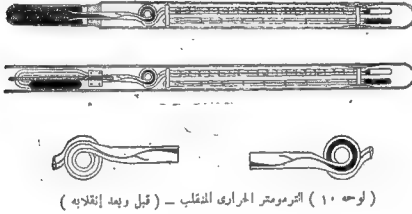
(١) ترمومترات دقيقة لقياس درجة حرارة المياه السطحية وفى هذه الحالة
تؤخذ عينات المياه السطحية من بوتقة صغيرة ثم تسجل درجة حرارتها بمجرد
أخذها من الماء وقبل أن تتعرض لعوامل خارجية مختلفة . ويراعى أن تقرأ
هذه الترمومترات جيداً من الدرجة بكل سهولة .

(١١) ترمومترات لقياس درجة حرارة المياه السفلية : وهى عادة من أنواع
الترمومترات المنقلبة (حيث تعمل على الإحفاظ بدرجة حرارة المياه لفترة
طويلة بعد تسجيلها) ، وتوضع هذه الترمومترات فوق الزجاجات الخاصة
لأخذ عينات المياه *Water sampling bottles* . وعلى ذلك يصبح من السهل
أخذ عينة من المياه السفلية ، وفى نفس الوقت تسجيل درجة حرارة المياه
وهى فى موقعها ؛

وللترمومتر المنقلب كما يتضح من لوحة ١٠ ، نهايتان ، حيث إنه يحتوى
على خزان كبير . ويوجد فى الجزء الأسفل منه كمية من الزئبق ، ويوجد فوق
الخزان مباشرة زراع صغير . ويلاحظ أن الزئبق يسر من ثنية دائرية الشكل

وبعدها يتجه في عمود رفيع على شكل شعرة رأسية دقيقة تتصل بدورها بالجزء العلوى من الترمومتر بأنفخ صغير يحتوى على كمية من الزئبق (لوحة ١٠) .

وقد روى في إنشائه أن يكون بهذا الشكل ذلك لأنه عند ارسال الترمومتر عند العمق المطلوب في وضع أستعداد (قبل أن ينقلب) ، فيكون الزئبق بالخزان الرئيسى الأسفل وكذلك في الزراع الصغيرة والثنية الدائرية وملاً جزء كذلك من الشعرة الرأسية . ولكن عندما ينقلب الترمومتر ويدور ١٨٠° من موضعه ، فيقف عمود الزئبق عند النقطة التى انقلب فيها ويتجه الزئبق إلى أسفل حيث ملاً الخزائ العلوى وبقية الشعرة الرأسية فيما بين هذا الخزان والنقطة التى انقلب عندها الترمومتر . وعلى ذلك يحتفظ هذا الزئبق من الترمومات بدرجة حرارة المياه السفلية لفترة طويلة (١) .



(١١) الترموجراف : Thermographs

يوضع جهاز الترموجراف بالمحطات البحرية الواقعة على السواحل أو قد رضع فوق ظهر السفن . وبواسطة الترموجراف من السهل تسجيل حرارة المياه عند نقطة معينة سواء أكانت مياه سطحية أو على أعماق مختلفة . وأدخلت على الترموجراف عدة تحسينات وأصبح يستخدم محله في الوقت الحاضر جهاز يقوم بتسجيل درجة حرارة المياه العميقة ويعرف باسم ترموجراف الأعماق Bathythermograph

وتؤخذ عينات المياه بواسطة أنابيب خاصة من السهل التحكم في قفلها بإحكام عند أى عمق حتى لا تنزير الحصباء العامة للمياه عند المواقع المختلفة

1- Sverdrup, H. U., (The Ocean...), Prentice-Hall Inc. (1962).

وتبعاً للضغط الشديد الذى قد تتعرض له هذه الأنابيب إذا ما وجهت إلى أعماق بعيدة ، فقد روعى أن تدلى إلى أسفل بحيث تكون فوهاتها مفتوحة ، ثم تغلق فوهاتها عند العمق المطلوب بواسطة مرسل كهربائى وذلك بعد أخذ عينة المياه عند هذا العمق (شكل ٥) . ونجح العلماء كذلك فى وضع عدة أنابيب من هذا النوع على طول سلك رأسى واحد يصل بينها جميعاً . وعلى ذلك تدلى الأنابيب وكل منها تأخذ عينة من المياه عند أعماق مختلفة بمساعدة المرسل الكهربائى الذى يتحكم فى غلق الأنبوبة العليا . وحيث إنه من الضروري قياس درجة حرارة المياه كذلك عند هذه الأعماق ، لذا فقد زودت كل أنبوبة بترمومتر منقلب ليسجل درجة حرارة المياه لكل عينة. ومن أشهر هذه الأنابيب هى أنبوبة نانسن Nansen bottle (شكل ٥) . ويوضح لوحة ١١ أنبوبة نانسن أثناء العمل بها أى قبل انقلابها ثم عند دورانها و أخيراً بعد انقلابها وجسها لعينة المياه من ناحية وتسجيل درجة حرارتها بواسطة الترمومتر المنقلب من ناحية أخرى .

(شكله) أمثلة لبعض الأنايب التي تستخدم عند أخذ عينات لمياه البحار على أعماق مختلفة

(هـ) طرق قياس الأمواج والمد والجُزُر والنبارات البحرية :

من المعروف أن الأمواج المتوسطة يتراوح ارتفاعها من ٣ إلى ١٥ قدماً ومن النادر أن يزيد ارتفاع الأمواج عن ٣٠ قدماً ، وفي هذه الحالة الأخيرة تسبب الأمواج كثيراً من الخراب والأضرار بالمناطق الساحلية التي ترتطم عليها . وحيث أن الأمواج هي عبارة عن حركة للمياه السطحية للبحر ، فإنه يمكن معرفة إرتفاعها بالنسبة لأرتفاع مياه البحر (عند حدوثها) عن مستوى سطح البحر . وتستخدم لهذا الغرض عدة أجهزة بسيطة التركيب لتحديد وقياس ميل مستوى سطح البحر وذلك مثل وضع أجسام طافية فوق سطح مياه البحر متصلة ميكانيكياً بجهاز التسجيل . أو باستخدام أجهزة تسجل قوى الدفع المؤثرة على أسطوانة عمودية مثبتة أو على معجل عمودي مثبت Accelerometer بواسطة عوامات سطحية . وهناك أجهزة أخرى يمكن بواسطتها قياس مدى الضغط الواقع على المياه شبه السطحية قبل وأثناء حدوث الأمواج ، وبواسطة هذه الطريقة الهيدروديناميكية يمكن حساب ارتفاع الأمواج . أما تغير منسوب سطح البحر تبعاً لحدوث المد والجزر فيمكن تيامسه بطرق بسيطة خاصة بالقرب من السواحل البحرية .

وفي هذه الحالة تنشأ حجرات أو آبار عمودية بالقرب من خط الساحل ويصلق على جدار البئر لوحة مدرجة بالسنتيمترات أو البوصات وموضح عليها المستوى الثابت لمنسوب البحر (صفر) عند موقع القياس . ويتصل البئر بالبحر عن طريق مجرى تحت الأرض وتمتد منه ماسورة إلى مياه البحر وكثيراً ما تثبت هذه الماسورة الأخيرة بواسطة سلاسل متينة متصلة بعوامات طافية على سطح المياه ومثبتة بهلب في قاع البحر فعند ارتفاع منسوب مياه البحر بفعل المد ، تدخل مياه البحر عبر الماسورة ومنها إلى البئر أو الحجرة ، ومن ثم ترتفع المياه على اللوحة المدرجة عن المستوى العام لسطح مياه البحر عند هذا الموقع .

ولتلاشى تأثير الأمواج التي قد تؤثر في منسوب مياه البحر الساحلى ودخولها
المسورة ، فيوضع عمودياً طافياً في البئر يرتفع وينخفض مع ارتفاع
نسوب المياه في البئر الساحلى أو انخفاضه .

وفي الوقت الحاضر تستخدم معظم الدول المقاييس الآلية التي تسجل
تختلف منسوب سطح البحر تبعاً لحدوث المد والجزر والتي تقوم بتسجيل
الاختلاف مباشرة على ورق خاص مقسم بعدد ساعات اليوم .

أما اتجاه التيارات البحرية وقياس سرعتها ، فتدأستخدمت في البداية
أريزة العوامات الطافية ، وهي عبارة عن أقراص من الفلين توضع في مكان
يعين من سطح البحر وتراقب لمدة ٢٤ ساعة مثلاً ثم يسجل الموقع الذي وصلت
ليه العوامة الطافية ومن هذا الموقع الجديد يمكن معرفة الاتجاه الذي سلكته
العوامة بفعل التيارات البحرية . وكذلك يمكن حساب سرعة التيارات عند
سطح الماء بتحديد زمن وضع العوامة وزمن رفعها من الماء عند موقعها الجديد.
وطول المسافة التي قطعها العوامات في البحر .

أما الطرق الحديثة فهي تعتمد على قياس سرعة التيار المائى المار بنقطة
معينة كدالة للعمق والزمن عند هذه النقطة . هذا إلى جانب طرق حسابية
أخرى مثل تحديد اختلاف كثافة مياه البحر والضغط الجوى عند سطح مياه
البحر وحساب سرعة التيار المائى ، والطرق الكهرومغناطيسية حيث يكون
معدل الجهد الكهربي بين نقطتين في البحر يتوقف على كمية المياه التي تمر عند
كل نقطة ومنها يمكن حساب سرعة التيار المائى . (١) كما ظهرت في الآونة
الأخيرة عدادات مختلفة لقياس سرعة التيارات المائية وأهمها عداد إكمان
Ekman meter وجهاز روبرت Robert meter وجهاز كالفن Kalfen ،
وجهاز يعرف باسم دوارة سافونيس Savonius Rotor

(و) كرة الأعماق : Bathysphere وغوامة الأعماق : Bathyscaphe
من المشاكل التي كانت تواجه تصميم أدوات وأجهزة تستخدم للأبحاث
١ - حسن أبو العينين ، سيد حسن شرف الدين «الأحياء الجغرافية الطبيعية»
الاسكندرية ١٩٦٩ ص ٢٥٦ .

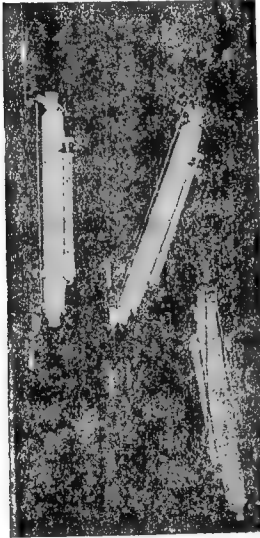
الأقيانوغرافية هي مشكلة تفادى الضغط الشديد الواقع على هذه الأجهزة خاصة إذا ما استخدمت للعمل عند أعماق بعيدة من سطح الماء. وفي عام ١٩٣٠ نجح كل من وليم بيبى W. Beebe وأوتيس بارتون في تصميم آلة على شكل كرة تستخدم في عمليات هبوط الإنسان بها إلى الأعماق البعيدة . وهذا الجهاز الأخير أشبه بكرة مصنوعة من قطعة واحدة من الصاب ويبلغ نصف قطرها

١,٥ متر ، ووزنها ٢٢٥٠

كيلو جرام ، وسمك جدرانها نحو ٣. وهذه الكرة الصلبة نوافذ من الكوارتز ومزودة من أسفل بكشافات كهربائية لتزيد من درجة الرؤية في الأعماق المعتمة. وتوجد بداخل الكرة اسطوانات هوائية يستخدمها قائد السفينة للحصول على الأكسجين اللازم له ، ومزودة من الداخل كذلك بمقعدين للباحثين الذين يجلسان بداخل الكرة .

وعند الإستعمال يدخل الباحثان الكرة وتدل الأختيرة من فوق سطح السفينة إلى البحر بواسطة سلك شديد من الصلب ، وقد أستطاع برتون ، وبيبى عام ١٩٣٤ الوصول إلى عمق نصف ميل من سطح الماء .

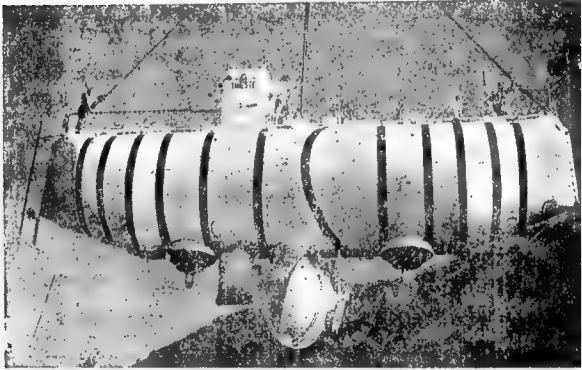
ثم أدخل بارتون بعض التحسينات على دلمح الكرة وأطلق على جهازه الجديد اسم «مكشاف



(الوحة ١١) أنبوبة زانسن المنقلبة لأخذ عينات
المياه من الأعماق المختلفة لأزودة بالحر. ومتر
الحرارى المنقلب أ - قبل انقلابها
ب - أثناء انقلابها ج - بعد انقلابها

الأعماق» - البثوسكوب Bantoscope ، واستطاع بواسطة أن يصل إلى عمق ميل على مقربة من ساحل كاليفورنيا .

ونظراً للصعوبات الناجمة عن إنزال كرة الأعماق ورفعها بواسطة السلاسل أو الأسلاك الصلبة ، اخترع اوجست بيكار السويسرى عام ١٩٤٧ كرة لاغسطس مصنوعة من الصلب كذلك إلا أنها تتحرك إلى أعلى أو أسفل آلياً وعرفت هذه باسم غواصة الأعماق Bathyscope واشترت البحرية الفرنسية أول غواصة صنعها بيكار ، ونجحت هذه الغواصة من الوصول إلى عمق ١٣ ألف قدم في البحر الأبيض المتوسط . وفي عام ١٩٥٤ صمم بيكار غواصة أعماق أخرى عرفت باسم غواصة تريست (لوحة ١٢) ، واشترتها منه



(لوحة ١٢) غواصة الاعماق العظمى (تريست)

الولايات المتحدة الأمريكية. وفي ٢٣ يناير ١٩٦٠ نزل بيكار هو وأحد زملائه بهذه الغواصة ووصل إلى عمق ٣٥,٨٠٠ قدم بخائق ماريانا بالمحيط الهادى :

وهكذا أتيحت الفرصة للعلماء دراسة الأحياء البحرية في بيئتها الطبيعية وتميز سلوكها وطرق معيشتها .

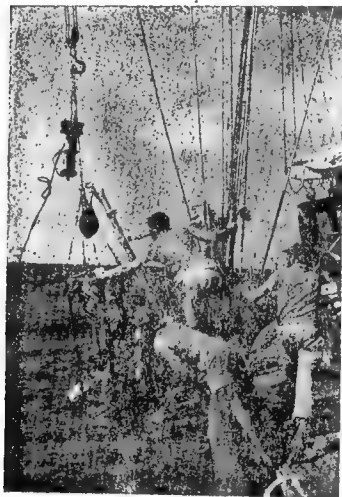
(ز) التصوير الفوتوغرافي للأعماق البعيدة Bottom Photography :

لم يعرف التصوير الفوتوغرافي للأعماق البعيدة بالبحار والمحيطات إلا حديثاً ، حيث كانت هناك عدة صعوبات تحول دون استخدامه ، منها كيفية اختراع آلات تصوير يمكن لها أن تصور في الأعماق البعيدة المعتمة دون استخدام الأشعة الشمسية بالإضافة إلى تحملها للضغط الشديد الواقع عليها . وقد رفعت معظم سواحل العالم خاصية بعد الحرب العالمية الأولى بالتصوير الجوي Air Photography ولكن التصوير الفوتوغرافي تحت الماء لم يستخدم بصورة علمية إلا منذ نحو عشرين عاماً فقط . وقد ساهم هذا النوع من التصوير على دراسة الكائنات البحرية في بيئتها الطبيعية :

ومن أقدم الصور الفوتوغرافية التي أخذت على أعماق ضحلة في مياه البحر هي تلك التي أخذها بوتان Boutan عام ١٩٠٠ . وقد عني الأستاذ أوينج M. Ewing بإدخال تحسينات على آلات الكاميرا الخاصة بالتصوير تحت الماء ، ونجح عام ١٩٤٠ في تصوير بعض أجزاء من الرفارف القارية على عمق ١٥٠ قامة لقاع المحيط الهادى :

وفي الآونة الأخيرة تقدم صنع هذا النوع من آلات التصوير ، وزودت معظمها بالإضاءة الإلكترونية ، وأصبح من السهل استخدامها عند أعماق مختلفة بمياه المحيط . وتعمل الأفلام الخاصة بهذه الكاميرات أوتوماتيكياً ، بحيث يمكن أن تأخذ صوراً متتابعة تلقائياً لقاع المحيط منذ بداية عمل الكاميرا حتى فترة صمودها إلى أعلى . ومن أجمل الصور للأعماق البعيدة تلك التي صهرت قاع المحيط فوق أرضية خافت رومانس بالمحيط الأطلسي وعلى عمق يبلغ ٢٥ ألف قدم . وقد ظهر عند هذا العمق كذلك بعض الكائنات البحرية (لوحه ٢١) . ومن هذا النوع من الكاميرات (آلات التصوير) كذلك ،

تلك التي تستعملها القوات البحرية التابعة للولايات المتحدة الأمريكية ، وتعرف باسم Type III, Deep Sea Camera وتركب على سفن الأبحاث ، الأقيانوغرافيا أو ناوش خاصة تعمل على تنزيل آلات التصوير في الماء دون أن تتعرض هذه الآلات لأي خلل. وقد عمل معهد سكريبس الأقيانوغرافي على تصوير أجزاء واسعة من قاع المحيط الهادى باستخدام سفينة أبحاثه المعروفة باسم أطلانتيس (لوحة ١٣) ٥



(لوحة ١٣) إنزال آلة التصوير الخاصة بتصوير الأعماق البعيدة ، من سفينة الأبحاث أطلانتيس التابعة لمعهد سكريبس الأقيانوغرافي

(ع) طريقة الغطس باستخدام رداء خاضع والتصوير به تحت سطح الماء :

SCUBA — and SCUBA photography

تعود الانسان منذ القرن الثامن عشر الغطس في مياه البحار بوضع قبعات معدنية صلبة لحماية رأسه ، وتثبيت أجنحة أو زعانف جلدية في قدمه تساعد على السباحة ، وذلك عند إنشاء الكباري والقناطر الواقعة على مجارى الأنهار ولكن لم تعرف طريقة الغطس باستخدام الرداء الخاص الذى يحمى جسم الأناطس من المياه ويحفظه عند درجة حرارة معينة إلا منذ نحو عشرين عاماً فقط. فقد استخدم الغواصون الروس هذه الطريقة عند أخذ عينات من الرواسب فوق قاع البحر الأسود . وإلى جانب ارتداء الغاطس هذا الرداء فقد زود كذلك بالاتصال التليفونى الذى يربط بينه وبين منتظره على سطح الماء كما تعود رجال البحرية الفرنسية العمل بهذا الرداء الخاص والغطس في مياه البحر الأبيض المتوسط خلال الحرب العالمية الثانية. وتحسنت هذه الطريقة بعد تزويد الغاطس بأنابيب الأكسجين (التى توضع فوق ظهر الغاطس وتساعد على التنفس بسهولة) مما ساعد الغاطس على أن يبقى فترة طويلة تحت الماء وأن ينتقل من مكان إلى آخر دون أى صعوبة تعوق ذلك (١).

وقد بدأت طريقة الغطس الحديثة (سكوبا) منذ عام ١٩٤٩ ، عندما رجح استعمالها أكو- لونج Aqua - Lung ثم عظم شيوع استخدامها في الدراسات الأحياءوغرافية منذ عام ١٩٥١. وقد استعان كل من فيشر Fisher

1- Shepard, F. P., (Submarine geology), London, 1933,

يساعد الغطاسون اليوم في عمليات البحث عن كنوز الذهب في السفن الغارقة وكذلك عمليات بناء الموانئ وحواجز الأمواج والسدود والكباري ، وهد الكابلات ، فوق قاع البحر واصلاحها وفحص أبدان السفن وإزالة العوائق التى قد تتمثل في الممرات المائية الحيوية (قناة السويس) . وقد جاء ذكر الغطس تحت الماء في إلباذا هومر ، ولكن يعد الألماني أوجستس زيبه عام ١٨١٩ أول من اخترع خوذة الغطس المعدنية المتصلة بستر جلدية مانعة للماء .

وميلز Mills عام ١٩٥٢ برداء الغطس الحديث عند دراسة الرواسب الصخرية المفتتة التي تقع فوق أرضية أعلى الأحاديد المحيطية ، وأمكن التعرف على التغيرات القصصالية في طبيعة عملية إرساب المقتتات الصخرية نفسها . واستخدمت هذه الطريقة كذلك عند رسم الخرائط المورفولوجية الخاصة بمناطق الرفارف القارية . وقد أرشدت بعض نتائج هذه العمليات على وجود المصائد البترولية العظمى في بعض أجزاء من الرفارف القارية .

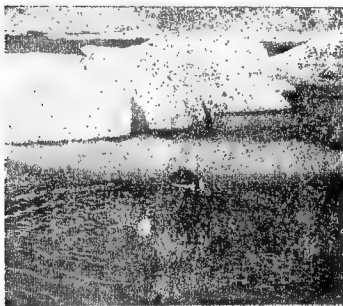
ويستعين الغاطس عند نزوله تحت سطح الماء بهذا الرداء المزود بأنابيب الأكسجين ببعض الأدوات الهامة ومنها سكين حاد ، وساعة لا تتأثر بالمياه ، ومطرقة لتحطيم الصخور ، وكيس من الجلد ليضع فيه ما يجمعه الغاطس من عينات صخرية وكائنات بحرية ، ويحفظ الغاطس كذلك بحلقة خشبية يرفعها إلى أعلى لتظهر فوق سطح الماء كإشارة للتحذير إذا ما واجه بعض الصعوبات أو الأخطار .

وقد ساهمت هذه الطريقة في تطور الأبحاث الأقيانوغرافية ، ومكنت الجيولوجي من جمع عينات الصخور والرواسب بنفسه من مواقعها في الطبيعة ، كما يجح البيولوجي في دراسة الكائنات البحرية بيئتها الطبيعية والتعرف على سلوكها ونظم حياتها . وأصبح من السهل على الباحث كذلك الانتقال

== يستعمل الغطاس في الوقت الحالي سبعة أشياء ضرورية هي :

- ١ - مضخة هواء لدفع الهواء إليه .
- ٢ - خوذة صلبة بنوافذ زجاجية يمكن الرؤية من خلالها .
- ٣ - ستر غطس مرنة ومائعة لنفاذ الماء ، تتوافق بأحكام على معصيه وأسفل ساقيه .
- ٤ - خرطوم هواء ويجب أن يكون مرناً وأن لا ينهار تحت ضغط الماء .
- ٥ - حذاء ثقيل يساعد على تثبيت قدم الغاطس فوق قاع البحر .
- ٦ - أثقال من الرصاص (يزن كل منها حوالي ٤٠ رطلا) تشبك بصدر الغاطس وتظهره لتحفظه من الطفو إلى السطح .
- ٧ - خط إنقاذ ، يمكنه أن يتصل بزملائه على سطح البحر عن طريق مجموعة من الهزات متفق عليها . وأحياناً يركب في أجهزة الغطس تليفون لمخاطبة الغطاس مع زملائه على السطح .

من موقع إلى آخر بسهولة وبسرعة ، أى ينتقل من طبقة صخرية إلى أخرى بعد فحص كل منها دون أن تتمثل هنا مشكلة تساق الحافات الصخرية الشديدة الانحدار كما هو الحال على اليابس..بالإضافة إلى ذلك أصبح من السهل الغطس فى المياه الباردة أسفل الجليد ورسم قاع البحار دون أن يتأثر الغاطس ببرودة المياه (لوحة ١٤) .



(لوحة ١٤) طريقة الغطس باستعمال الرداء الخاص (سكوبا SCUBA)

وقد استخدمت طريقة الغطس برداء « سكوبا » عند تصوير بعض الظواهر والكائنات البحرية الغريبة والتي من الصعب تفسير أشكالها لمن لم يسبق أن شاهدها من قبل . كما أمكن الاستفادة من هذه الطريقة عند القيام بعمليات التصوير التلفزيونى المائى . ولكن واجهت عملية التصوير عدة مشاكل من أهمها صعوبة الرؤية لمسافات بعيدة تحت سطح الماء . ولذا أقتصرت عملية التصوير الفوتوغرافى للظواهر الطبيعية والكائنات الحية الصغيرة الحجم والقريبة من موقع الباحث.

١. يتضح من هذا العرض أن الفكر الأقيانوغرافى قد قفز خطوات سريعة

نحو التقدم منذ بداية القرن العشرين. وقد رأت الهيئات العلمية المختصة بهذه الدراسة في العالم ضرورة تبادل الأفكار والمعلومات بين علماء العلم لكشف أسرار المحيط - خباياه . وبدأ التعاون الدولي لتبادل المعرفة الخاصة بعالم البحار والمحيطات منذ عام ١٩٠٢ ، تحت إشراف الهيئة الدولية الدائمة لاكتشاف البحار (Conseil Permanent International pour L'Exploration de la mer) ويعرف الاسم المختصر لها باسم ICES . وقد اتسعت مهام هذه الهيئة وواجباتها وأصبحت تحت إشراف دقيق عالمي ، وقسمت إلى عدة هيئات لكل منها اختصاصات محدودة . ونذكر من أهم هذه الهيئات ما يلي :-

أ- الهيئة الدولية لمصايد المحيط الأطلسي الشمالي الغربي (ICNAF)
(International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries)

ب- الهيئة الدولية لمصايد المحيط الهادئ الشمالي . (INPFC)
(International North Pacific Fisheries Commission) .

ج - السنة الجيوفيزيائية الدولية (IGY)
(International Geophysical Year) .

د - الهيئة الخاصة بالأبحاث الأوقيانوغرافية (SCOR)
(Special Committee on Oceanic Research) .

هـ - العرض البيولوجي الدولي (IBP) .
(International Biological Program) .

ومع ذلك فقد أقيم أول مؤتمر أوقيانوغرافي دولي بمدينة نيويورك عام ١٩٥٩ . وتعهدت أكاديمية العلوم بالولايات المتحدة الأمريكية تحت إشراف « لجنة هاريسون براون » Harrison Brown Committee تقديم مبلغ ٦,٥ مليون دولار ، لصرفها على الأبحاث الأوقيانوغرافية خلال فترة عشرين سنة متتالية ابتداء من عام ١٩٦٠ إلى عام ١٩٧٠ . (١)

1- Cowen, R. C., (Frontiers of the sea), London, 1960

الباب الثاني :

الفصل الثالث :

ميلاد الكرة الأرضية وتكوين قشرتها الخارجية .

الفصل الرابع :

نشأة مياه البحار والمحيطات .

الفصل الخامس :

تذبذب مستوى سطح البحر خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة .

الفصل الثالث

ميلاد الكرة الأرضية وتكوين قشرتها الخارجية

كوكب الأرض الذى نعيش فوق سطحه ، والذى يهرنا ويزيد حيرتنا بالظواهرات التضاريسية الكبرى التى تشكل هذا السطح ، وكيفية توزيع مسطحاته المائية واليابسة ، و حدوث الحركات التكتونية التى تتولد فى باطنه وانبثاق المصهورات اللافة التى تعدل مظهر سطحه ، ما هو فى الحقيقة الا كوكب صغير من كواكب المجموعة الشمسية التى يتوسط مركزها جميعاً النجم الأعظم - ألا وهو الشمس :

ويبلغ قطر الشمس نحو ٨٦٠ ألف ميل وهى شديدة الحرارة جداً ، بحيث تضى نفسها ولا تستمد أى ضوء من كوكب آخر: وتبلغ درجة حرارة سطح الشمس نحو ٧٠٠٠ درجة مئوية ، وتزيد تدريجياً نحو باطنها بحيث تبلغ درجة الحرارة فى مركزها ما يزيد عن ٢٠ مليون درجة مئوية . ويحيط بنجم الشمس عشرة كواكب سيارة تدور حولها من الغرب إلى الشرق وتشمل:

عطارد Mercury - الزهرة Venus - الأرض Earth - المريخ Mars - الكويكبات Asteroids - المشترى Jupiter - زحل Saturn - أورانوس Uranus - نبتون Neptune - بلوتو Pluto .

وتبعد الأرض عن الشمس بنحو ٩٣ مليون ميل ، بينما يبتعد عنها عطارد بنحو ٣٦ مليون ميل . ويعد بلوتو أعظم الكواكب السيارة بعداً عن الشمس

حيث يبعد بنحو ٣٦٧٠ مليون ميل. ويلاحظ أن سرعة دوران الكواكب في مدارها نقل كثيراً كلما بعدت هذه الكواكب عن الشمس . فتبلغ سرعة عطارد مثلاً نحو ٣٠ ميل / الثانية ، والزهرة ٢٢ ميل / الثانية ، والأرض ١٨,٥ ميل / الثانية ، بينما تبلغ سرعة دوران الكوكب نبتون نحو ٣٠ ميل / الثانية وبلوتو نحو ٣ ميل / الثانية ، كما يتضح ذلك في الجدول الآتي : —

| الكوكب | متوسط البعد عن الشمس | | طول فترة الدورة الواحدة لكل كوكب مداره حول الشمس | متوسط سرعة دوران كل نجم في مداره ميل/ثانية |
|---------|----------------------|----------------|--|--|
| | وحدات فلكية | ملايين الأميال | | |
| عطارد | ٠,٣٨٧ | ٣٦ | ٨٨ يوم | ٣٠ |
| الزهرة | ٠,٧٢٣ | ٦٧ | ٢٢٥ يوم | ٢٢ |
| الأرض | ١,٠٠٠ | ٩٣ | ٣٦٥,٢٥ يوم | ١٨,٥ |
| المريخ | ١,٥٢٤ | ١٤٢ | ١,٨٨ سنة | ١٥ |
| المشتري | ٥,٢٠٣ | ٤٨٤ | ١١,٨٦ سنة | ٨ |
| زحل | ٩,٥٣٩ | ٨٨٧ | ٢٩,٤٦ سنة | ٦,٥ |
| أورانوس | ١٩,١٩٠ | ١٧٨٥ | ٨٤,٠٢ سنة | ٤ |
| نبتون | ٣٠,٠٧٠ | ٢٧٩٧ | ١٦٤,٨ سنة | ٣,٥ |
| بلوتو | ٣٩,٤٦٠ | ٣٦٧٠ | ٢٤٧,٧ سنة | ٣ |

ويلاحظ أن الكواكب التي تقع بعيدة عن الشمس تستغرق زمناً طويلاً لكي تتم دورة كاملة حول الشمس (تبعاً لبعدها عن الشمس من جهة ، وقلة سرعة دورانها من جهة أخرى) بعكس تلك التي تقع قريبة من الشمس .
فبينما يتم عطارد دورة كاملة في مداره حول الشمس في مدة تبلغ نحو ٨٨ يوماً ، تدور الأرض في مدارها حول الشمس في مدة تبلغ نحو ٣٦٥ يوم .
بينما تستغرق دورة نبتون في مداره حول الشمس نحو ١٦٤,٨ سنة ، وتم دورة بلوتو في نحو ٢٤٧,٧ سنة . (١)

وكوكب الأرض صغير الحجم جداً إذا ما قورن بنجم الشمس العظيم

1- Smart, W.M., "The origin of the Earth", Penguin Books, 1٩59

(يساوى $\frac{1}{3}$ من حجم الشمس) أو بعض الكواكب الأخرى مثل المشترى وزحل وأورانوس . ويتبع مدار الأرض ، مدار الكواكب الأخرى في أنه شبه بيضاوى أو أهليلجى الشكل elliptical ويبلغ انحرافه eccentricity نحو $\frac{1}{4}$. ويميل محور الأرض عن الاتجاه الشمالى الجغرافى أو الحقيقى نحو $23,27^\circ$. ويقل هذا الميل أو يزيد بالنسبة لبقية الكواكب الأخرى فى مجموعة الشمسية .

يرتفع كوكب الأرض قمراً واحداً يطلق عليه اسم « القمر » ، ويبلغ حجمه نحو $\frac{1}{81}$ من حجم الأرض ، بينما لبعض الكواكب الأخرى أكثر من قمر واحد : فالمشتري يتبعه ٩ أقمار وأورانوس يتبعه ٤ أقمار . ويبلغ الوزن النوعى للأرض حوالى ٥,٥ وتقل هذه القيمة قليلا بالنسبة لعطارد والزهرة والمريخ ، بينما تقل كثيراً بالنسبة للكواكب الكبيرة كذلك .

ويشمل الفضاء الخارجى على مجموعة لا حصر لها من الشهب والنيازك Meteors ، التى يؤدى احتكاكها الشديد بالهواء عندما تصل إلى منطقة الغلاف الغازى المحيط بالأرض إلى إلتهابها ، وبذا يمكن رؤيتها . وكثيراً ما تسقط بقايا الشهب والنيازك على سطح الأرض وتكون مناطق حوضية نظلى ، كما لوحظ ذلك فى بعض أجزاء من غرب الولايات المتحدة الأمريكية . تعمل هذه الشهب بطريقة غير مباشرة على زيادة حجم الكرة الأرضية تدريجياً تبعاً لما تضيفه من رواسب ومفتتات جديدة إلى كوكب الأرض ،

وتسبح الشهب والنيازك فى الفضاء الكونى بسرعة هائلة إلا أنها تختلف فيما بينها من حيث اتجاه مسالكها . وقد أتضح من دراسة التركيب المعدنى لبقايا الشهب ودراسة اتجاهاتها ومسالكها فى الفضاء كذلك على أن بعضها قد يكون منفصلاً عن كتلة الشمس ، بينما قد يعزى بعضها الآخر إلى كويكب مادته من مصادر أخرى . كما وجد أن بعض هذه الشهب تتركب كلية من معادن ثقيلة أهمها الحديد وبعض النيكل وتعرف هذه المجموعة من

الشهب بأسم *Holosiderites* ، بينما يدخل في تركيب بعضها الآخر صخور ومعادن مركبة وتعرف هذه التركيبات المركبة من الشهب باسم *Syssiderites and Sporado Siderites* وهناك مجموعة ثالثة من الشهب تتركب أساساً من الصخور فقط ، وأطلق على تركيبها اسم *Asiderite* . وتعد دراسة الشهب والنيازك في الوقت الحاضر من الدراسات الهامة إذ أنها قد تلقي بعض الضوء على كيفية نشأة الأرض وتطور نموها. (١)

وقد اتضح من الدراسات الجيولوجية والحيوفيزيكية الحديثة أن الكرة الأرضية نفسها تتركب من نطاقات مختلفة تزداد حرارة وكثافة من السطح إلى الباطن . ويتكون باطن الأرض *Core* من معادن ثقيلة جداً ، وهو عبارة عن جسم صلب شديد الحرارة متوسط نصف قطره نحو ٢١٦٠ ميل . ويحيط بباطن الأرض طبقة أخرى مركبة من صخور أقل كثافة وحرارة من صخور الباطن ، ويطلق عليها تعبير « الطبقة الغطائية الداخلية » *Mantle* ومتوسط سمك هذه الطبقة الأخيرة نحو ١٨٠٠ ميل . ويقع فوق الطبقة الغطائية الداخلية أو المانتل ، القشرة الأرضية *Crust of the earth* والى أهم ما يميزها أنها مركبة من صخور باردة وأقل كثافة من صخور باطن الأرض . ويطلق على الحد الذي يفصل بين القشرة الخارجية للأرض وطبقة « المانتل » اسم الحد الموهوروفيشى *Mohorovicic discontinuity* (سمي كذلك تبعاً لاسم العالم اليوغسلافي موهورفيشك الذي اكتشف هذا الفاصل الجيولوجي الهام عام ١٩٠٩) . وتبلغ سرعة الموجات الزلزالية عند هذا الحد الأخير ٨,١ كم/الثانية ، وبقدر متوسط سمك القشرة الأرضية التي يشكلها اليابس والماء نحو ٤٥ ميلاً فقط (٢) .

-
- ١- حسن أبو العينين « أصول الجيومورفولوجيا » دار المعارف الاسكندرية ١٩٦٦ . الطبعة الثانية ١٩٦٨ - الطبعة الثالثة ١٩٧٦ .
 - ب- حسن أبو العينين (كوكب الأرض) الطبعة الثالثة ١٩٧٤ .
 - 2- Kuenen, P. H. (Marine Geology), New York, (1950).

ومنذ بداية فجر التاريخ البشرى ، وأخذ الإنسان يفكر فى العلاقة بين كوكب الأرض الذى وجد نفسه ساكناً لسطحها والنجم الأعظم ، الشمس الذى يمد هذه الأرض بالحرارة والضوء فيبعث فيها الحياة . كما حاول الإنسان كذلك أن يوضح صلة الربط بين كوكب الأرض وبين الأقمار الصغيرة والكويكبات التى تتلأأ فى فضاء السماء ، وتسبح فى مدارات مختلفة ؛

وقد ساهم الفراعنة فى تقدم علم الفلك ، ووضع أسسه العامة ، وبذلوا محاولات جديده لرصد النجوم والأقمار ، وتنبع حركاتها ، والأزمنة والفترات التى تظهر خلالها بالماواقع المختلفة . وأعتبر إخناتون الشمس إلهاً وأمر بمادة هذا النجم العظيم الذى تدين له الأرض بحياتها ووجودها . ولم يقتصر تنكير الإنسان على دراسة العلاقة بين الأرض والكواكب الشمسية الأخرى ، بل حاول كذلك معرفة الزمن الذى نشأ فيه كوكب الأرض أو بمعنى آخر عمره القريب من ناحية . ثم دراسة ظواهر سطح الأرض من ناحية أخرى . ويوجد القارىء فى سجلات الأحداث التاريخية القديمة لمخاضات الإنسان فى أجزاء متفرقة من العالم شرحاً مستفيضاً يناقش كيف بنيت البحال وأمتدت البحار ، وإنشئت الأنهار ، وظهرت البراكين ، وتكرنت صخور الأرض المتنوعة ، والى يهش على سطحها ذلك الإنسان العاقل الذى أمكن له أن يسخر معظم ما يحويه هذا الكون لخدماته وقضاء حاجاته .

يقدر حاول رجال الدين المندوسى تفسير نشأة الكون تبعاً لما جاء فى كتابهم المانوسيمتري Manusitri المقدس ، والذى تم جمعه فى القرن الثانى قبل الميلاد . وقد جاء فى هذا الكتاب أن عمر كوكب الأرض يبلغ نحو ٢ أبون عام . وفسر رجال الدين المسيحى نشأة الأرض تبعاً لتعاليم الإنجيل وما جاء فيه بخصوص «خلق الأرض» . وحدد الكاهن جيمس أوشر James Ussher فى القرن السابع عشر الميلادى عمر كوكب الأرض ، وأكد أن هذا الكوكب

خلقه الله عام ٤٠٠٤ سنة قبل الميلاد . ومن الغريب أن آراء هذا الكاهن ظلت واسعة الانتشار في القارة الأوروبية دون أن يتناولها المفكرون بالنقاش والجدل حتى عام ١٦٥٠ ميلادياً . (١)

وساهم الفلاسفة الأغريق في تفسير نشأة كوكب الأرض ، والنظام الدقيق الذي تتبعه بقية الكواكب الأخرى في الفضاء الكوني . ومن بين أظهر هؤلاء الفلاسفة نذكر فيثاغورس ، وطاليس ، وأرسطوطاليس ، وأصحاب المدرسة الميتافيزيقية (فيما وراء الطبيعة) . ولكن أعتملت دراساتهم في تفسير نشأة الأرض وخلق الكون وفقاً لتأملاتهم الشخصية واتساع أفق خيالهم . فمضهم من ذكر أن العالم مكون من «عدد ونغم» . أو بمعنى آخر ، إن أهم ما يقيم عليه محتويات العالم وسير حركته هو النظام الدقيق الذي تتبعه كل العناصر التي تكونه . بينما أعتقد الآخرون أن هذا العالم تكون من تفاعل عناصر مختلفة مع بعضها عملت على تكوين مواد جديدة وتشكيل ظاهرات مختلفة وأهم هذه العناصر الأساسية التي تدخل في تركيب الكون هي النار ، والماء ، والتراب ، والهواء .

وفي منتصف القرن السابع عشر الميلادي بدأ يتشكل علم الجيولوجيا وتحملت دراساته من المؤثرات الدينية ، وأعتملت نتائج أبحاثه على المناهج العلمية المختلفة . ثم تضافرت بعد ذلك أفرع مختلفة من العلوم أهمها علم الفلك والجيولوجيا ، والأحياء وجرافيا ، والجيومورفولوجيا ، لتفسير نشأة الأرض والظواهر التضاريسية الكبرى التي تمثل فوق سطحها .

وفي عام ١٧٥٥ ، ظهرت نظرية إيمانويل كانت Immanuel Kant (٢) وقد كان إبان هذه الفترة أستاذاً للفلسفة وعلم الفلك بجامعة كونيجزبرج Konigsberg University . وأوضح «كانت» أن المجموعة الشمسية كانت تتركب كلها من مجموعة هائلة من أجسام صلبة معتمة صغيرة الحجم جداً ، تسبح

١ - حسن أبو العنين «أصول الجيومورفولوجيا» دار المعارف الاسكندرية ١٩٦٦ . الطبعة الثانية ١٩٦٨ - الطبعة الثالثة ١٩٧٦ .

2- Immanuel Kant, "A general theory of the Heavns-or- Essay on the mechanical structure of the universe", 1755.

في الفضاء بسرعة عظيمة. وتبعاً لأصطدام هذه الأجسام وأحتكاك أجسامها ببعضها ببعض ، تولدت حرارة شديدة عملت على صهر هذه الأجسام ، ثم تكوين السديم الذي أخذ يبرد ويتجزأ إلى كتل صغيرة كونت كل منها بعض أفراد المجموعة الشمسية .

وقد أكد هذه النظرية العالم الفرنسي لابلاس Pierre S, de Laplace عام ١٧٩٦ ، وأوضح أن المجموعة الشمسية كانت تتركب أصلاً من السديم (جسم غازي متوهج عظيم الحجم) . وعندما تعرض السديم لفعل البرودة تقلصت أجزاء كبيرة منه وأنكمشت تدريجياً . وساعدت عملية دوران كتل السديم حول نفسها إلى إنبعاج المناطق الإستوائية بها ، ثم انفصال هذه الأجزاء المنبعجة (عندما تزداد قوة الطرد المركزية عن قوة الجذب) ، مكونة كواكب المجموعة الشمسية . وظهرت في أوائل القرن العشرين نظريات أخرى جديدة تحاول تفسير نشأة الأرض ، وكيفية ميلاد المجموعة الشمسية . ومن بين هذه النظريات : —

١ - نظرية توماس تشمبرلين ، وفريست مولتن : T.C. Chamberlin, and F.R. Moulton :

رجحت هذه النظرية عام ١٩٠٥ ، وعرفت باسم نظرية الكويكبات Planetesimal Theory. وأوضح أصحابها أن أفراد العائلة الشمسية انفصلت عن الشمس نفسها (ولم تتكون من جسم السديم كما رجح لابلاس من قبل) تبعاً لمرور نجم عظيم الحجم بالقرب من مدار الشمس الأولية Primitive Sun . ونتج عن ذلك إنبعاج جسم الشمس الأولية ، وعندما تعرضت هذه الأجزاء المنبعجة للبرودة التدريجية ، انفصلت عن الشمس الأولية وكونت الكواكب السيارة التي بردت أجسامها كثيراً عن جسم الشمس الملهب .

وقد رجح كل من هارولد جيفريز ، وجيمس جيتز عام ١٩٢٩ ، — H. Jeffreys and J. Jeans بهذه النظرية السابقة ، ولكن رجحاً أن كواكب المجموعة الشمسية لم تنفصل عن جسم الشمس نفسها ، بل تألفت من العود

الغازى الذى تكون على شكل لسان طولى فيما بين الشمس والنجم السيار العظيم الذى أقرب من مدار الشمس . (١)

وقد عارض العالم الفلكى الأمريكى ليمن سبتر Lyman Spitzer, Jr. نظرية النجم السيار العظيم . وأوضح سبتر أن أى مواد تنفصل عن جسم الشمس لابد وأن تنطأير فى الفضاء الكونى على شكل مفرقات عظمى تبعاً للضغط الشديد الذى تعرض له أجسامها . وتحت هذه الظروف وجد أنه من الصعب أن تتكون أقماراً منفصلة أساساً من جسم الشمس ذاتها .

كما أكد الأستاذ سمارت W.M. Smart عام ١٩٥٩ ، بأن أى نظرية ترجح لكى تفسر نشأة الكواكب المجموعة الشمسية ، لا بد أن يضع صاحبها فى الاعتبار أن نشأة هذه الكواكب ، لا ترتبط بجسم الشمس ذاته ، ذلك لأن أجسام هذه الكواكب تختلف معانها عن جسم الشمس . وأوضح سمارت كذلك أن نجم الشمس العظيم يبدو بعيداً جداً عن مجموعة هذه الكواكب السيارة الصغيرة المتقاربة فيما بينها . وبعد أقرب كوكب منها للشمس هو ألفا سنورى Alpha Centauri ، الذى يبعد عن الشمس بمسافة يبلغ طولها نحو ٢٥ مليون ميل أى نحو ٤,٥ سنة ضوئية ، وبلى ذلك كوكب عطارد الذى يبعد عن الشمس بمسافة طولها ٣٦ مليون ميل .

٢ - نظرية الشمس التوأمية : The Binary Star Theory

رجح هذه النظرية العالم الفلكى راسيل H. N. Russell عام ١٩٢٥ ، لكى يفسر تكوين أفراد العائلة الشمسية من نجم آخر غير نجم الشمس الأصلى العظيم Primitive Sun . وعلى ذلك أوضح راسيل أن شمسنا الحالية كانت عبارة عن زوجين أو توأمين متقاربين فى مدارهما وتكونت المجموعة الشمسية من أحدهما

١ - للحدث عن هذه النظريات راجع :

- a - Wooldridge, S W, and Morgan, R. S., "An outline of geomorphology" London, (1960), 1-7.
- b - Smart, W. M., "The origin of the Earth", a Pelican Book.
- c - Read, H. H, and J. Watson, "Introduction to geology" London (1962) p. 45 - 43.
- d - Comen, R. C., "Frontiers of the sea" London (1960) 52-61.

هـ - محمد متولى موسى « وجه الأرض » القاهرة - ص ١٥ .

و - حسن أبو العينين (كوكب الأرض) الطبعة الثالثة - الاسكندرية ١٩٧٤

هذين التوأمين ، بينما احتفظ التوأم الآخر (شمسنا الحالية) بصورته التي يبدو بها اليوم .

وحقق هذه النظرية الدكتور ليتلتون R. A. Lyttleton عام ١٩٣٦ . وأوضح أنه كان للشمس الحالية توأم آخر يبلغ نصف قطره طول المسافة التي تمتد بين زحل وأورانوس ، أى نحو ١٧٠٠ مليون ميل . وعلى أساس أن كتلة هذا النجم التوأم كانت ممانلة تماماً لكتلة الشمس ، على ذلك فتستغرق فترة دوران هذا الكوكب حول نفسه دورة كاملة نحو ٥٠ سنة ، ويسير بسرعة تبلغ نحو ٦ ميل الثانية فقط . وعندما تعرض هذا الكوكب الشمسى التوأمى لمرور نجم آخر سيار ، يسير بسرعة ٢٠ ميل/الثانية ، نتج عن ذلك تكوين العمود الغازى ، الذى أخذ يبرد بالتدرج وكون المجموعة الشمسية .

وحاول كل من روس جن Ross Gunn وبنارجى A. C. Gengerji تفسير كيفية تكوين الكواكب التوأمية فى نظرية عرفت باسم نظرية لإنشطار الكواكب The Fission Theory وتتخلص هذه النظرية فى أن الكواكب الكبرى تدور حول نفسها ، وينجم عن ذلك تعرضها للبرودة التدريجية ويعظم تقلص جسامها ، وعلى ذلك قد تفقد الكواكب تماسك أجزائها أجسامها ، ومن ثم ينشطر كل منها إلى كوكبين أو أكثر ، مكونة الكواكب التوأمية أو الكواكب المزدوجة .

أما الأستاذ هانز الفيفن Hannes Alven فقد رجح أن عملية انفصال الكواكب الشمسية بعضها عن بعض لا يعزى إلى أثر فعل القوى الميكانيكية Mechanical Forces (قوى الجذب - قوة الشد - قوة الطرد المركزية) ، ولكنها قد تعزى إلى أثر فعل القوى الكهربائية والمغناطيسية (١) التى تتولد داخل أجسام العائلة الشمسية . وتحكم طبيعة هذه القوى فى عملية إنشطار بعض الكواكب ، ثم تحديد مواقعها ومراكزها فى الفضاء الكونى ، وتشكيل طبيعة مداراتها .

1- Sm. rt, W. M., "The origin of the Earth" a Pelican Book (1959),

٣ - نظرية فايسكر - أو نظرية السحب السديمية :

The Nebular-Cloud Theory.

رجع فون فايسكر Von Weizsacker هذه النظرية عام ١٩٤٤ . وهى تشابه تلك التى رجعها سيمون دى لا بلاس عام ١٧٩٦ مع إضافة بعض الأقترحات الجديدة عليها . ويعتقد فايسكر أن المجموعة الشمسية بما فيها الشمس كذلك كانت تتألف من سحب هائلة من السدم التى تسبح فيها الغازات والغبار الكونى والمواد المعدنية الدقيقة الحجم جداً . وتشبه هذه السدم تلك السحب القرصية التى تحيط بكوكب زحل اليوم . ويوضح فايسكر أن السديم ظاهرة ليست غريبة بل هى موجودة فعلاً فى الفضاء الكونى ، ومنها السدم العظمى الموهجة Great Nebulae in Orion والسدم القائمة المعتمدة Park Nebulae وأشهرها سحب «جالات الفحم» Coal-Sack Nebulae . وتعد هذه السدم عظيمة الحجم جداً حيث يذكر الأستاذ سمارت W. M. Smart عام ١٩٥٩ بأنه لو تصادف دخول شمسنا الحالية إحدى مجموعات هذه السدم العظمى فلا تخرج من الجانب الآخر لها ، إلا بعد مضى مئات الآلاف من السنوات . وتبعد هذه السدم عن كوكب الأرض ببضعة آلاف من السنوات الضوئية . (١) .

وعلى ذلك يعتقد فايسكر أن المجموعة الشمسية كانت تتألف من بعض أجزاء إحدى هذه السدم التى أخذت تسبح فى الفضاء الكونى وتبتعد عن موقعها الأصلى : ثم نتيجة لعمليات البرودة التدريجية التى تعرضت لها بعد أن انفصلت من السدم العظمى أخذت تدور حول نفسها . وتبعاً لقوى الاحتكاك الناتجة عن فعل تصادم أجزاء المواد الصلبة بالسدم ، تولدت قوى حرارية عظيمة عملت على تفتيت جسم السديم إلى أجزاء صغيرة ، وكل بدورها أخذ يبرد بالتدريج وتكونت بذلك أفراد المجموعة الشمسية :

٤ - نظرية ميلاد نجم جديد : The Neva Theory

رجع هذه النظرية الأستاذ هويل (٢) F. Hoyle عام ١٩٥٠ : وأوضح

1 - Smart, W. M., "The origin of the Earth," a Pelican Book, (1959), p. 22.

2 - Hoyle, F., (The nature of the Universe), London, 1950.

هذا الباحث أن الفضاء الكوني يشتمل على مجموعات هائلة من الكتل السديمية . وتبعاً للاضطرابات النووية داخل أجسام هذه السدم ، ينبثق منها أحياناً أقمار كونية صغيرة تتألف من كتل غازية موهجة . وعندما تبرد هذه الأقمار بالتدريج ، تفقد قوتها وتتحول إلى كتل متقلصة معتمة ، ثم قد تنجذب ثانية نحو جسم السديم الأعظم . وقد أوضح هويل كذلك بأنه في عام ١٥٧٢ م ، ظهر نجم جديد في الفضاء الكوني باسم Tycho Brahe's Nova وظل هذا النجم مضيئاً بشدة لمدة عدة أيام متوالية وشاهده الناس بالعين المجردة أثناء الليل والنهار . ولكن تلاشى هذا النجم بعد ميلاده بأيام معدودات فقط ويرجح أنه أُنْجذب ثانية صوب جسم السديم الذى انفصل عنه . وفي عام ١٩١٨ ، ولد نجم جديد آخر هو Nova Aquilae ، وقد كان هذا النجم أعظم النجوم لمعاناً في الفضاء الكوني حتى نهاية العام الذى ظهر خلاله ، وأصبح ليس له وجود في وقتنا الحالى .

ولم يفسر الأستاذ هويل ذكيفية حدوث التفاعلات النووية Nuclear reaction داخل أجسام السدم ، وأسباب اختلاف طبيعة هذه التفاعلات من سديم إلى آخر . كما لم يوضح دورة هذه التفاعلات والنتائج التى تنجم عن حدوثها في كل دورة أو مرحلة . ويذكر « هويل » أن من أحسن أمثلة السدم الموهجة luminous Nubulae هو « سديم الكابوريا » Crab Nebula وأكد هويل أن حجم هذا السديم الأخير لا يزال آخذاً في الإزدياد التدريجى المستمر بمعدل ٨٠٠ ميل / الثانية وأنه يقع على بعد نحو ٤٠٠٠ سنة ضوئية من الأرض .

وتبعاً لتفسير « هويل » فإن أفراد المجموعة الشمسية ما هى إلا انبثاقات تفجرت من جسم السديم العظيم الذى يبعد كثيراً عن مواقع هذه الكواكب . وحيث انفصلت هذه الكواكب منذ زمن بعيد لذا فقد تلاشت لمعانها وضوؤها وبردت بالتدريج ، ثم شككت هذه السدم . طبيعة تركيبها المعدنى ونظام ترتيب هذه المعادن داخل أجسامها . وساعدها في ذلك عملية دوران هذه الكتل حول نفسها بعد أن تعرضت للبرودة التدريجية . كما ساعدت قوى الجذب بين هذه

الأقمار على الاحتفاظ بمواقعها الحالية دورانها حول نفسها في مدارات خاصة في الفضاء الكوني .

أما العالم الكيميائي هارولد أوري H.G.Urey (١) فقد أوضح أن أفراد المجموعة الشمسية كانت عبارة عن سحب غازية ينتشر فيها المواد الصلبة الدقيقة الحجم ، وكانت تحيط بالشمس الأصلية على شكل قرص غازي disk around the primitive sun وأعتقد أوري أن جسم الشمس الأولية كان أكثر استقراراً بالنسبة للأطراف الهامشية للشمس . وعلى ذلك تعرض هذا القرص الغازي المستدير لعمليات التفتت والتقسيم ، وتباعدت كتل غازية عن بعضها . وتبعاً للخصائص العامة للمواقع الجديدة التي أحلتها الكتل في الفضاء الكوني أن تعرضت لعمليات البرودة التدريجية ، وتكونت كراكب المجموعة الشمسية .

و يذكر «أوري» إن أهم المواد التي تدخل في تركيب هذه الكتل الغازية هي السليكات ، والحديد، والمياه، والنشادر. وتبعاً لعمليات البرودة التدريجية تكاثفت المياه وغاز النشادر بينما تألف مركز هذه الكتل من النيكل والحديد والمواد التي لازالت منصهرة حتى اليوم كما هو الحال بالنسبة لكوكب الأرض ، وعلى الرغم من تعدد الآراء والنظريات التي قدمت منذ بداية هذا القرن لتفسير نشأة المجموعة الشمسية ، إلا أنه كما يذكر الأستاذ Smart W M بأننا ربما سوف نلعم الطريقة الحقيقية التي تكونت بها كواكب هذه المجموعة وكيف جاءت إلى الوجود (٢) .

(It is quite possible that we shall never know beyond a shadow of a doubt, how the planetary system came into existence).

كما ذكر العالم هارولد أوري عام ١٩٥٢ ، أنه عند تعرض الباحث لمشكلة نشأة الأرض وتفسير ميلادها يجد نفسه في حاجة ماسة إلى معجزات إلهية

1- Urey, H. G. ' (The planets. their origin and development), Oxford Univ. Press, (1952)

(حاز العالم الكيميائي هارولد أوري على جائزة نوبل في عام الكيمياء عام ١٩٣٥)

2- Smart, WM, (The origin of the Earth), (1959), p. 180

تساهم معه في هذا التفسير مهما كان دقة المناهج العلمية التي يستعين بها .

الزمن الفلكي لميلاد كوكب الأرض :

لا تقاس الفترة الزمنية التي ولد فيها كوكب الأرض بالمقاييس الزمنية الجيولوجية بل تبعاً لطولها العظيم تقدر بالمقاييس الفلكية . وتبعاً للدراسات الجيولوجية لحساب كمية النشاط الإشعاعي التي تنبعث من الشمس والعلاقة بينها وبين بقية كواكب المجموعة الشمسية وأعمارها رجح العلماء أن عمر كوكب الشمس يبلغ نحو ٦ بليون سنة . وقد استنتج العلماء الزمن البعيد الذي تكونت لبانه قشرة الأرض الخارجية باستخدام الساعة الذرية في The Atomic Clock في قراءة تأثير فعل العناصر الطبيعية المشعة مثل اليورانيوم ²³⁸U والثوريوم ²³²Th والرايبيديوم ⁸⁷Rb والبوتاسيوم ⁴⁰K. فقد تبين أن هذه العناصر تتحلل تلقائياً في الصخور القديمة بدرجات متفاوتة وينتج عنها عناصر أخرى . ويتحلل مثل هذه المعادن وإيجاد النسبة بين اليورانيوم الموجود في الصخر مثلاً والرمصاص الذي ينتج عادة عن إنشطار اليورانيوم ، فإنه يمكن الوصول إلى معرفة الزمن الذي تكون خلاله . وبواسطة هذه الطريقة قدر العمر الجيولوجي لبعض صخور حتمب ما قبل الكامبري من عدة مناطق مختلفة ، وتكون بعضها منذ نحو ١٨٥٠ مليون سنة . كما تبين أن عمر صخور الجرانيت Shap granite في منطقة لياك ديستريكت Lake District بإنجلترا على أساس حساب كمية البوتاسيوم الممتثلة في الصخور ، تراوح من ٩٠-٣٨٠ مليون سنة . وأكدت نتائج دراسات علم الطبقات صحة هذا التقدير . أما الصخور المتحولة في شرق الولايات المتحدة الأمريكية والتي تحتوي على معادن الزركون فتبين أن عمرها يبلغ نحو ١١٠٠ مليون سنة ، بينما تلك التي تحتوي على معادن البيوتيت biotite تبلغ عمرها نحو ٣٠٠ مليون سنة (١) . وعلى ذلك يمكن القول أن

1- Read, H H, and Watson, J. (Introduction to geology) vol 1
(London, 1962, 48 - 50)

القشرة الخارجية لكوكب الأرض تكونت منذ نحو ٤٠٠٠ - ٥٠٠٠ مليون سنة على الأقل ٥

نهاية سلسلة التطور لكوكب الأرض :

يتضح مما سبق أن العلماء حتى عصرنا الحديث عجزوا عن إيضاح العوامل التي أدت إلى ميلاد كوكب الأرض ، وكيفية تكوين قشرته الخارجية ، فضلاً عن ذلك فإنهم لا يدركون تماماً الصورة النهائية له والتي تمثل نهاية سلسلة التطور لهذا الكوكب الذي نعيش عليه .

١ ويعتقد بعض العلماء أن كوكب الأرض يسير الآن في دورة بطيئة من التطور ، تستغرق مراحلها بلايين السنين . وفي خلال عشرة بلايين من السنين سوف تنعدم الحرارة المنبثقة من الموارد الباطنية المشعة ، ، ويتجمد الغلاف الخارجي وطبقة المانتل تماماً ، وينجم عن ذلك المخمدات الثورات البركانية وانعدام حدوث الحركات التكتونية العظمى ويقل ظهور أنهرها على سطح الأرض عن ذي قبل . وعلى ذلك من المنتظر أن يعظم فعل عوامل التعرية في تشكيل سطح كوكب الأرض ، وربما تعمل هذه العوامل على تسوية سطح الأرض تماماً ، ومعنى ذلك سيغطي الجزء الأعظم من اليابس بالمسطحات المائية حتى إذا لم تتغير حجم مياه البحار والمحيطات ومنسوبها عما هو عليه اليوم .

ويجب أن نضع في الاعتبار أن مراحل تطور كوكب الأرض ليست قاصرة على هذا الكوكب فقط ، بل ترتبط كذلك بمراحل تطور الكواكب الأخرى وخاصة الشمس . ويرجح بعض العلماء أنه في خلال عدة بلايين من السنين في المستقبل سيكون لتطور نمو كوكب الشمس العامل الأكبر في تشكيل كوكب الأرض وتطوره من جديد . وتحرق الشمس الآن كميات هائلة من قواها النووية ، ، وفي فترة قادمة (مرحلة الشباب) عندما تستنفذ الشمس ما تحتويه من غازات الأبدوجين ، ويقل نشاطها النووي ، من المنتظر أن يزداد حجمها بالتدريج ويزداد بريقها ولعانها إلى أن تصبح نجماً هائلاً أحمر A red

giant star وفي مرحلة الشيخوخة بالنسبة لتطور نمو الشمس وبعد أن تكون قد خمدت عمليات نشاطها النووي ستصبح ، شمساً بيضاء عظيمة الاستدارة وتعظم درجة حرارة الأشعة الحرارية المنبثقة منها وذلك في فترة زمنية لا تقل عن مئات البلايين من السنين . ومعنى هذا أن درجة حرارة مياه البحار والمحيطات ستصل إلى درجة الغليان ، وسيحيط بكوكب الأرض حالة عظمى من السحب كتلك التي تحيط بكوكب الزهرة اليوم .

وهناك فئة أخرى من الفلكيين يعتقدون أن الشمس قد بدأت دورة الشباب فعلاً حيث تبين إن درجة لمعان الشمس الآن أكثر بنحو ٢٥٪ عما كانت عليه في بداية نشأة الأرض ، وأن قطر الشمس في إزدياد تدريجي مستمر . بل يرجح بعضهم أن الشمس ستصبح نجماً هائلاً أحمر خلال ثلاثة بلايين من السنين القادمة .

الفصل الرابع

نشأة مياه البحار والمحيطات

تضاربت آراء الباحثين عند تفسير كيفية توزيع اليابس والماء وتصور بداية ميلاد الأحواض المحيطية العظمى ثم امتلائها بمياه البحر : ويعزى هذا التضارب إلى أن نشأة الأحواض المحيطية ترجع إلى أزمنة فلكية بعيدة وليست هناك أدلة جيولوجية يقينية يهتدى بها الباحثون عند نسجهم خيوط هذا الماضي البعيد في سلسلة تطور قشرة الأرض : فتطور أشكال أبعاد المسطحات المائية وتوزيع اليابس والماء بدأ يظهر على مسرح كوكب الأرض منذ أكثر من ١٣٠٠ مليون سنة ، أى منذ بداية مولد القشرة السطحية الخارجية للأرض بينما عمر الإنسان على سطح الأرض مثلاً ، لا يزيد عن المليون سنة الأخيرة .

وعلى ذلك اعتمدت الدراسات الخاصة بنشأة البحار والمحيطات وتوزيع اليابس والماء في بداية الأمر اعتماداً جوهرياً على مدى براعة خيال الباحث ، ثم تلى هذه المرحلة ظهور نظريات أخرى حاولت بجاهدة تفسير توزيع اليابس والماء على أساس مدى تشابه التركيب الصخري ونظام بنية الطبقات ومجموعات الحفريات في قارات العالم المختلفة وخاصة على طول السواحل المحيطية . بينما حاول بعض الباحثين الإعتماد على أدلة خارجية ، بعيدة عن كوكب الأرض نفسه ، وإيضاح العلاقة بين كل من سطح الأرض مثلاً و سطح القمر. ولذا فقد تعددت الآراء ، واقترح حتى اليوم عشرات النظريات التي تبذل سعيها لتفسير نشأة الأحواض المحيطية من جهة وكيفية توزيع اليابس

والماء بصورته الحالية اليوم من جهة أخرى . وإن دل تعدد هذه النظريات على شئ فأنما يدل على أننا حتى اليوم لم نعرف بعد ، الصورة الحقيقية التي تكونت بها قشرة الأرض الخارجية والعوامل التي ساهمت في تشكيل ظواهرها الكبرى .

١ - نظرية فجنر - زحزحة القارات : Continental drift theory

: رجح فجنر Wegener الألماني عام ١٩١٤ ، أن قارات العالم اليوم كانت خلال العصر الكربوني ، أجزاء من قارة كبرى واحدة هي كتلة بنجايا Pangaea وكانت هذه الكتلة الأخيرة تتكون من قارتي أنجارا وأرتكس في الشمال وقارة جندوانا في الجنوب ، ويفصل بينهما بحر ثيس . وتتألف صخور هذه الكتلة العظمى من مواد صخرية ذات معادن خفيفة ترتكز فوق صخور سيالية أعظم كثافة نسبياً . وفي خلال العصر الكربوني الأعلى تعرضت هذه الكتلة لحركات شد عظمى ، فانفصلت قارة أرتكس عن قارة أنجارا ، كما انفصلت أمريكا الجنوبية عن الجانب الغربي لقارة جندوانا ، وأستراليا عن الجانب الشرقي منها . ثم أخذت تتزحزح هذه القارات الجديدة فوق صخور السيل إلى أن أُنستقرت في مواقعها التي تحتلها اليوم (١) . وقد أعتمد فجنر عند بناء هذه النظرية على الحقائق الآتية : -

١ - تشابه التركيب الصخري والتطور الجيولوجي لأجزاء قارة جندوانا القديمة (شرق أمريكا الجنوبية - النصف الجنوبي من أفريقية - شبه القارة الهندية - أستراليا - أنتارتيكا) .

٢ - تشابه التاريخ الجيولوجي للعصر الكربوني الأسفل بصورة قوية في كل هذه القارات ، -

٣ - تشابه مجموعات الرواسب الجليدية الكربونية القديمة Glacial beds of Gondwanaland في جميع أجزاء قارة جندوانا :

1- Read, H H, and Watscn J, (Introducdio to geology) London
vol I : 1962) 614 - 652

٤ - تشابه الأقاليم المناخية القديمة (التي استدل عليها تبعاً لدراسة الرواسب والمفتتات الصخرية وتحليلها) بهذه القارات القديمة .

٥ - تشابه بعض الكائنات النباتية والحيوانية بهذه القارات والتي يصعب عليها الانتقال مسافات طويلة فوق المسطحات المائية .

٦ - لاحظ فجنر أن السواحل الغربية لأفريقية يمكن أن تلتصق بالسواحل الشرقية للأمريكتين وأمريكا الوسطى بحيث تظهر على شكل منطقة واحدة تعرضت للإقسام قديماً ثم ترحزت عن بعضها واحتلت مواقعها الحالية .

ومع ذلك لم يشر فجنر إلى طبيعة العوامل التي أدت إلى ترحزح القارات في نهاية العصر الكربوني ، وعدم ترحزح قاراتنا الحالية اليوم بنفس الصورة إلى حدث بها في الماضي . كما ربط فجنر بين أشكال السواحل الشرقية والغربية للمحيط الأطلسي على اعتبار أنهما انفصلا عن بعضهما خلال العصر الكربوني ، دون أن يضع في الاعتبار أشكال الرفارف القارية لهذه السواحل . فمن المعلوم أن السواحل التي ترتبط بقارات اليابس اليوم هي وليدة التغيرات البلايوسينية الحديثة ، وليست نتاج الترحزح القاري في العصر الكربوني الأعلى كما أوضح فجنر :

٢ - نظرية انفصال القمر وانفصاله عن وجه الأرض :

أول من رجح هذه النظرية هو العالم تشارلس داروين «عام ١٨٧٨ م» . وأعتقد داروين أن القمر وهو النجم التابع للأرض انفصل عنها تبعاً لتفاعل كل من قوة جذب الشمس للأرض من ناحية وقوة الطرد المركزية الناشئة عن دوران الأرض حول نفسها، وحول الشمس من ناحية أخرى . وقد أكد هذه الآراء بصورة عامة أصحاب نظرية الشمس التوأمية The Binary Star Theory وإنشطار الكواكب الشمسية، ومن بينهما راسل H. N., Russell 1925 ، وليتلتون R. A., Lyttleton, 1936 وروس جن Ross Gunn وبنارجي A. C. Benerji

واعتقد هؤلاء أنه من المألوف أن يتبع كل من كواكب المجموعة الشمسية أقماراً صغيرة تابعة لها ، وقد يكون معظمها منشطاً من هذه الكواكب نفسها . وعلى ذلك فقد أنسلخ القمر من الحوض العميق الهائل الحجم الذي يشغله اليوم المحيط الهادى . (١) ومن الظواهر التي تؤيد هذه النظرية : -

١ - الشكل الدائرى لحوض المحيط الهادى داخل حد الأندسيت (٢) ، والتي تمثل في نفس الوقت محيط الجزء القمري الذي كان متصلاً بالأرض قبل انفصاله عنها .

ب - إن جميع المحيطات الأخرى على سطح الأرض ، فيها عدا المحيط الهادى تتميز بأن لها قشرة صخرية مركبة من صخور الجرانيت والسيال Sial متعاقبة فوق صخور السبا Sima ، بينما تشغل صخور السبا معظم أرضية المحيط الهادى . وإن دل هذا على شيء فإنما يدل على أن قشرة صخور السبال التي كانت تابعة للمحيط الهادى انفصلت إبان انسلاخ القمر عن كوكب الأرض .

ومن مؤيدى هذه النظرية كذلك أرموند فيشر Osmond Fisher ومن نتائج حسابات هذا الباحث لطول نصف قطر القمر^١ أكد أن أبعاد المسطحات المائية للمحيط الهادى تتفق كثيراً مع شكل القمر المستدير . وأن القمر يملأ الحيز المائى للمحيط بطبقة صخرية يبلغ سمكها نحو ٦٠ كيلو متر . ولكن واجهت هذه النظرية عدة إعتراضات أهمها : -

أ - إن سمك الصخور التي تزعم النظرية انتزاعها من موقع المحيط الهادى والتي تبلغ نحو ٦٠ كيلو متر ، أعظم من سمك القشرة السطحية للقارات (السبال) ، والتي تبلغ أقصى سمك لها نحو ٤٥ كيلو متر فقط .

١ - Cowen R G (Frontiers of the sea) London 1930

٢ - الحد الذي يفصل بين صخور السبال القارية وصخور السبا المحيطية :

ب - كثافة المراد المبدئية التي يتركب منها القمر في الوقت الحاضر أعظم بكثير من كثافة صخور السيل القارية . (١)

ويعتقد أصحاب هذه النظرية أن القمر عند انسلاخه من الأرض لم ينتزع منها قشرة السيل فقط ، بل جذب معه أيضاً بعض صخور من السيل كذلك . وتبعاً لحركة دورات القمر ، وقوة كل من الجذب والطرْد التي نشأت فيه اختلطت هذه المواد معاً ، وترتبت من جديد ، وازدادت كثافتها عما كانت عليه من قبل .

وفيما يختص بكيفية نشأة البحار والمحيطات الأخرى فيعتقد أصحاب هذه النظرية بأنه عند حدوث انسلاخ في قاع محيط الهادي وانفصال كتلة عظيمة السمك من الصخور البازلتية السفلى ، حدثت حركات تصدع وتشقق عظمى في الصخور الجرانيتية المجاورة ، وخاصة في الجانب الآخر المواجه لذلك الجانب الذي انسلخ منه القمر . وتبعاً لذلك سرعان ما اتسعت هذه جوانب الشقوق بفعل دوران الأرض حول محورها من جهة وحول الشمس من جهة أخرى . وبعد أن تعرضت الأرض لعمليات التبريد التدريجي البطيء ، بدأت تتشكل هذه المقعرات الجرانيتية العظمية لتكون المسطحات المائية على الوجه الآخر من كوكب الأرض . وتبعاً لهذه النظرية فلأن الأحواض المحيطية تكونت على سطح كوكب الأرض خلال مراحل تكوين هذا الكوكب نفسه (أى منذ ٥٠٠٠ مليون سنة) ، وليس بعد أن تكونت القشرة الأرضية وترحزحت القارات في العصر الكربوني (أى منذ نحو ٣٥٠ مليون سنة) كما أوضح فجنر عام ١٩١٤ .

١ - شريف محمد شريف « جغرافية البحار والمحيطات » القاهرة ١٩٦٤ .

بداية تكوين مياه البحار والمحيطات

واختلاف أحجامها خلال العصور الجيولوجية المختلفة

كما اختلفت الآراء فيما يخص كيفية تكوين الأحواض المحيطية العظمى ، تضاربت آراء الباحثين كذلك في تفسير أصل مياه البحار والمحيطات وبداية تكوينها ، ثم مدى اختلاف حجم هذه المياه من عصر جيولوجي إلى آخر . وتبعاً لتقدير كينن Kuenen عام ١٩٥٠ (١) ، تبلغ حجم مياه البحار والمحيطات في الوقت الحاضر نحو 1370×10^6 كيلومتر مكعب أي نحو ١,٣٧ بليون كم^٣ ، وتقدر نسبة الأملاح فيها بنحو ٣٪ من حجم المياه .

وقد اعتقد البعض أن مصدر هذه الكمية الهائلة من المياه تعزى إلى كمية التساقط العظمى فوق سطح الأرض بالإضافة إلى ذوبان الجليد وما تصبه المجرى النهرية من مياه في الأحواض البحرية . ولكن يتضح أن هذه المياه بأشكالها المختلفة كانت في وقت ما جزءاً من مياه المحيط ثم تعرضت للتبخير والتكاثف وعادت ثانية إلى المحيط نفسه على شكل أمطار ساقطة أو ثلوج مذابة . وقد أوضحت الدراسات المتيورولوجية كذلك بأنه إذا تعرض كل نطاق الغلاف الغازي الذي يحيط بالكرة الأرضية اليوم للتكاثف التام فلا يمكن أن يحتوى أكثر من ١٣,٠٠٠ مليون كيلومتر مكعب من المياه . كما أكد وليم رابي W. Rabey أن نسبة المياه التي أضافها الغلاف الغازي الأولي الذي تكون مع بداية ميلاد القشرة الأرضية تمثل نحو ١٠٪ من مجموع حجم مياه البحار .

وعلى ذلك ظهر في الآفاق نظريات جديدة تؤكد أن المصدر الأساسي لمياه البحار والمحيطات هو المياه الأولية Juvenile water والتي يقصد بها تلك المياه التي تظهر لأول مرة على سطح الأرض أو في قاع المحيط والتي مصدرها باطن الأرض نفسه أو الصخور البركانية التي تقذف مع انبثاق المصهورات

1- Kuenen P H (Marine geology) N ٧ (1950)

البركانية وتكوين السدود والعروق البركانية . وأوضح ويلسون T. Wilson بناء على ذلك أن كلا من نشأة الغلاف الغازي والمسطحات المائية والقشرة الأرضية ترجع إلى مصدر واحد هو ظهور الصخور الساخنة على سطح كوكب الأرض عند بداية نشأة الأرض ، ثم النشاط البركاني والثورات الأرضية الباطنية العظمى التي صاحبت مراحل تكوين قشرة الأرض خلال تاريخها الجيولوجي الطويل .

وأكد فينر Fenner, 1926 (١) وزيس Zies, 1926 (٢) عند دراستهما للمصهورات البركانية بإقليم كتماي Katmai بألسكا ، أن نسبة كبيرة من الكلوريد chlorides والفلوريد Fluorides ممتزجة مع مواد كبريتية ، بالإضافة إلى بخار الماء تنبثق جميعاً مع المصهورات البركانية . وقد تعزى النسبة العالية من أيونات الكلوريد في مياه البحار إلى حدوث المصهورات البركانية فوق أرضية البحار والمحيطات .

وقد بدأت مياه البحار تتجمع في المنخفضات العظمى منذ بداية تعرض الصخور الساخنة للزجة لقشرة الأرض لعمليات التبريد المستمرة . وحيث تبلغ مساحة أرض اليابس نحو ١٥٠ مليون كم^٢ وأن متوسط سمك قشرة اليابس نحو ٣٣ كم ، فإن حجم كتلة اليابس تبلغ نحو ٦ بليون كم^٣ . أما قشرة الأرض تحت المحيطات فهي أقل سمكاً حيث تبلغ متوسط سمكها نحو ٥ كم وتغطي مساحة تبلغ نحو ٣٦٠ مليون كم^٢ ، وعلى ذلك فإن حجم كتلة قشرة اليابس أسفل المحيط يبلغ نحو ٢ بليون كم^٣ . أما الحجم الإجمالي لكتلة قشرة الأرض تبلغ نحو ٨ بليون كم^٣ . وحسب دراسات جورانسون Goranson, 1931 (٣) ، الذي أوضح أن متوسط نسبة حجم المياه

1- Fenner, C. N., in Journal of Geology, vol. 34, (1926), 673-722.

2- Zies, E. G , in National Geographical Magazine, vol. I (4), (1926), 61 - 79.

3- Goranson, R. W., in The American Jour. of Science vol. 5. (1931), 148 - 502.

الأولية التي تنساب مع الثورانات البركانية تبلغ نحو ٥٪ من جملة حجم هذه المصهورات ، على ذلك فإن قشرة الأرض الخارجية كلها تحتوي على كمية من المياه الأولية تبلغ نحو ٠,٤ بليون كم^٣ من المياه . بينما حجم مياه البحار في الواقع هو ١,٣ بليون كم^٣ .

ولهذا رجح الباحثون كذلك أنه إلى جانب المياه الأولية التي تكثفت من صخور قشرة الأرض الساخنة إبان فترة برودتها الأولى ، أضيفت إلى المسطحات البحرية مياه أولية أخرى مصدرها الباطن العميق للأرض ، وذلك مع انبثاقات المصهورات البركانية العظمى . وقدر جورانسون أن متوسط حجم الانبثاقات البركانية السنوية فوق سطح القشرة الأرضية يبلغ نحو ٢ كم^٣ . وعلى أساس أن نحو ٥٪ من هذا الحجم تمثل مياه أولية فإن المسطحات المائية يزداد حجمها بمتوسط سنوي يبلغ نحو ٠,١ كم^٣ من المياه . وإذا قدرنا أن نحو التكوينات الصخرية لسطح الأرض من العصر الكمبري حتى الوقت الحاضر بحوالى ٦٠٠ مليون سنة فإن حجم المياه في المحيطات زادت خلال هذه الفترة الجيولوجية بمقدار ٦٠×١٠ كم^٣ (٦٠ مليون كيلومتر مكعب) .

ويتضح إن هذه الكمية بسيطة جداً كذلك إذا ما قورنت بالحجم الهائل لمياه البحار ، ولذا يجب أن نضع في الاعتبار اختلاف طبيعة الثورانات البركانية وتنوع قوة نشاطها خلال العصور الجيولوجية المختلفة . فقد تبين أن هناك عصوراً جيولوجية تميزت بنشاط بركاني أعظم مما هو عليه اليوم ، بينما هناك كذلك عصوراً جيولوجية أخرى انخمد فيها النشاط البركاني لفترة طويلة من الزمن . وقد أكد الباحث تونوفل Towne hofel بأن كمية المياه في المحيطات ازدادت تدريجياً باستمرار على طول فترات العصور الجيولوجية المتعاقبة . وأن هذه الزيادة تختلف كذلك من عصر إلى آخر تبعاً لطبيعة حدود الثورانات البركانية والحركات التكتونية ، التي انتابت صخور قشرة الأرض من زمن جيولوجي إلى آخر . وقد استنتج أن مياه البحار والمحيطات قد عظم

حجمها خلال فترات الحركات التكتونية العنيفة . وخاصة الحركات الكارثية
والكاليدونية والهرسينية والألبية . (١)

وتجدر الإشارة كذلك إلى أن الباحث فالتر Walther أوضح أن حجم مياه
البحار والمحيطات كان محدوداً فيما قبل الزمن الجيولوجي الثاني (منذ ٢٢٥
مليون سنة) ، وبني نتائج دراساته على أساس عدم وجود الحفريات
والكائنات البحرية التي يرجع عمرها إلى ما قبل الزمن الثاني في مياه المحيطات
العميقة (١) :

وقد حسب ادموند هالي Edmund Halley عام ١٧١٥ ، كمية أملاح الصوديوم
التي تصبها الأنهار في البحار ، آملاً أن يحدد الزمن الذي تكونت فيه مياه
البحر وقد عدل آراءه كل من جولي Joly (الذي كان يعمل بهيئة شالنجير
الأقيانوغرافية) وكلاارك F. W. Clark وقد تبين من نتائج الدراسات
الحديثة أن كمية الصوديوم في البحار قد تجمعت خلال ١٠٠ مليون سنة فقط
(نهاية الزمن الجيولوجي الثاني وبداية الزمن الثالث) . ولكن هذه النتائج لا تدل
على الواقع ، حيث عثر الباحثون على كائنات بحرية أولية ترجع إلى عصر
الكمبري وما قبله (٦٠٠ مليون سنة) ، وعلى ذلك فإن الزمن الذي تكونت
فيه الأحواض البحرية وكذلك مياهها أقدم من عمر الكائنات البحرية التي
كانت تعيش في هذه المياه . وأوضح فرن أركس Von Arx, 1962 (٢) أن مياه
البحار كانت مالحة كذلك منذ العصر السليوري الأعلى على الأقل (منذ ٤٤٠
مليون سنة) حيث عثر في صخور هذا العصر على طبقات إرسائية مزججة بحرية

1- King, C. A. M., (Oceanography for geographers), London
(1962), 17 - 3.

٢- حسن أبو العينين ، « أصول الجيومورفولوجيا » - دار المعارف -
الأسكندرية - ١٩٦٦ الطبعة الثالثة - الاسكندرية ١٩٧٦ .

3- Von Arx, W. S., (Introduction to physical oceanography),
London (1962), p. 32.

المختصر الخامس

تذبذب مستوى سطح البحر خلال
الزمن الجيولوجية المختلفة

سطح البحر في تغير مستمر بين ارتفاع وانخفاض ، ويؤثر هذا التغير في اختلاف التوزيع الجغرافي لليابس والماء من عصر جيولوجي إلى آخر . ولا يعزى تذبذب مستوى سطح البحر إلى توالي إزدیاد حجم المياه بالأحواض البحرية والمحيطية (تبعاً لاندفاع المصهورات البركانية وانثاق مياه أولية جديدة) ، بل تؤثر الحركات التكتونية الكبرى التي تشكل قاع البحر ، بالإضافة إلى بعض العوامل الأخرى المحلية (الجليد وانزلازل) في تغير هذا المنسوب من فترة جيولوجية إلى أخرى :

وعلى ذلك يجب أن نضع في الحسبان بأنه لم ينجم عن إزدیاد حجم مياه البحر طوال العصور الجيولوجية ارتفاع مستوى سطحه بل أكدت الدراسات الجيولوجية أن مستوى سطح البحر خلال الزمن الجيولوجي الثالث كان أعظم ارتفاعاً عما هو عليه اليوم (على الرغم من قلة حجم المياه بالنسبة لحجمها الحالي) . وذلك يرجع إلى تشكيل أرضية المحيطات بالحركات التكتونية المختلفة ويمكن أن نلخص أهم العوامل الأساسية التي تؤثر في تغير مستوى سطح البحر فيما يلي : -

١ - رفع السواحل البحرية تبعاً لذوبان الجليد الذى كان يتراكم عليها خلال العصور الجيولوجية المختلفة ، ومنها سواحل الترويج ، ومعظم السواحل التى تقع على جانبي خليج بوتنيا ببحر البلطيق . وقد نجم عن الجليد البلايوسينى تغير مستوى سطح البحر خاصة فى المناطق التى تأثرت بالغطاءات العظمى لهذا الجليد . وخلال الفترات الباردة كان سطح البحر ينخفض تبعاً لتحويل بعض المياه إلى جبال ثلجية ، بينما خلال الفترات الدافئة ، كان سطح البحر يرتفع بعد ذوبان الجبال والكتل الثلجية . وتعرف هذه التغيرات فى مستوى سطح البحر باسم التغيرات الأيوستاتية الجليدية Glacio-eustatism .

٢ - تغير مستوى سطح البحر تبعاً لحدوث حركات تكتونية محلية مثل حدوث الزلازل والبراكين كما حدث ذلك على طول سواحل ويلانجتون هاربور Wellington Harbour بنيوزيلند إبان حدوث زلزال عام ١٨٥١ .

٣ - تغير مستوى سطح البحر تبعاً لحدوث الحركات التكتونية العظمى التى تؤثر فى تشكيل قشرة الأرض . وتعرف هذه التغيرات فى مستوى سطح البحر باسم Tectono-eustatism ويمكن تصنيفها إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

(أ) حركات سالبة Negative Change ، ينجم عنها إنخفاض مستوى سطح البحر مثل تعرض قاع البحر لحدوث الشقوق العظمى ، والخوانق والأخاديد أو تعرضه لعمليات الهبوط العظمى .

(ب) حركات موجبة Positive Change ، ينجم عنها إرتفاع مستوى سطح البحر مثل تكوين السلاسل والخواجز المحيطية العظمى فوق قاع البحر أو تعرض هذا القاع لعمليات الرفع التدريجية .

٤ - إرتفاع مستوى سطح البحر تبعاً لتوالى تراكم الرواسب والمغتنات المختلفة فوق قاعه . وتعرف هذه التغيرات فى مستوى سطح البحر باسم Sedimento eustatism

٥ - إرتفاع مستوى سطح البحر تبعاً للتغيرات الجيوديسية Geodetic Change وعلى سبيل المثال إذا زادت سرعة دوران الأرض ، يؤثر ذلك في طبيعة قوة الطرد المركزية ، فيرتفع منسوب البحر في المسطحات المائية الإستوائية بينما ينخفض منسوبه بالمسطحات المائية القطبية . (١) وإذا ترحح موقع القطبين عن مركزيهما الحاليين ، فيؤدى ذلك إلى تغيير كبير في مستوى سطح البحر . وتذكر الأستاذة كاكلين كينج C.A. M. King أنه إذا تغير موقع القطبين درجة واحدة فقط ، سيؤدى هذا إلى إرتفاع منسوب سطح البحر في المناطق الإستوائية بنحو ٢٤٥ م ، وينخفض مستوى سطح البحر عند القطبين بنفس هذا التغير :

٦ - إرتفاع مستوى سطح البحر تبعاً للتغير الذى يطرأ على الخصائص الطبيعية لمياهه . وعلى سبيل المثال أكد فايربريدج Fairbridge, R. (٢) عام ١٩٦١ ، أنه إذا ارتفعت درجة حرارة المياه بكل المسطحات المائية ١° م عما هى عليه فيؤدى ذلك إلى إرتفاع منسوب سطح البحر بمعدل ٢ م عن مستواه الحالى .

و نلاحظ أن الحركات الأيوستاتية التكتونية هى التى شكلت عمايات تذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الجيولوجى الثالث ، أما خلال الزمن الجيولوجى الرابع ، فتعد عملت التغيرات الأيوستاتية الجليدية على تشكيل منسوب سطح البحر من فترة إلى أخرى :

تذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الجيولوجى الثالث

على الرغم من ازدياد حجم مياه البحار والمحيطات خلال الزمن الجيولوجى الثالث تبعاً لأنبثاق المصهورات اللافيه التى صاحبت الحركات الألبية الميوسينية

1- King, C. A. M. (Oceanography for geographer), London, (1982) p 21.

2- Fairbridge, R. W., (Eustatic change in sea-level), Pergamon Press, (1961), 99 - 185.

العظمى ، فإن نتائج الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية أكدت تعرض منسوب سطح البحر لانخفاض التدريجي منذ منتصف الزمن الجيولوجي الثالث حتى العصر الحديث . وتوضح كينج C. King (١) ، أن السبب في انخفاض منسوب سطح البحر يعزى إلى إنتشار السلاسل الجبلية الميوسينية على جوانب المحيطات من جهة وتعرض قاع البحار لعمليات الهبوط التدريجي من جهة أخرى .

وقد تم الباحثون مراحل تطور تذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الجيولوجي الثالث . تبعاً للنتائج التي توصل إليها الدراسات الجيولوجية والتي تتمثل في سطوح التعرية ، أو بمعنى آخر السهول المتحاذية القديمة Old Penepirin والتي ترجع نشأتها إلى الزمن الجيولوجي الثالث . وقد درست هذه السهول المتحاذية القديمة دراسة تفصيلية في الجزر البريطانية ، وأدرك الباحثون العلاقة بين هذه السهول المتحاذية وتذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الجيولوجي الثالث . ومن أشهر الأبحاث التي كتبت في هذا الصدد ، كتابات ولدريدج W.Wooldridge ، وليتن T. L. Linton ، وكلايتون K.M.Clayton ، سيسونز J. B. Sissons ، وبرون E. W. Brown ، وأسترو A. Straw ، ولويس G. M. Lewis ، وحسن أبو العينين . (٢)

وتدل هذه الدراسات على أن مستوى سطح البحر استمر في عمليات الانخفاض التدريجي منذ منتصف الزمن الجيولوجي الثالث . وأن السهل

1- King, C. A. M., (Oceanography for geographer), London, (1962) p. 27.

٢ - ١ - حسن أبو العينين ، «أصول الجيومورفولوجيا» - دار المعارف [الاسكندرية ١٩٦٦ ص ٣١٣ - ٣٣٨ - الطبعة الثالثة - ١٩٧٦ .

b- Abou el-Enin, H.S., (The geomorphology of the Moss Valley) M. A Thesis, Univ. Sheffield, (1962).

c- (Some aspects of the drainage evolution) North Univ. Geographical Jour., No 5 (1964) 45-54.

d- (An examination of the evolution of surface forms) Ph. D: Thesis, Univ. of Sheffield 1964.

التحاتى الذى يوجد على ارتفاع ١٢٠٠ قدم فوق منسوب سطح البحر الحالى بالجزر البريطانية ، تعزى نشأته إلى أواسط الزمن الجيولوجى الثالث . ولكن ما زالت المشكلة قائمة لتفسير كيفية تكوين السهل التحاتى الذى نشأ خلال آواسط الزمن الجيولوجى الثالث من جهة ، ولإيضاح العوامل التى أدت إلى تغير مستوى سطح البحر خلال العصور الجيولوجية المختلفة من جهة أخرى فهل يرجع تغير مستوى سطح البحر خلال هذه الفترة إلى إرتفاع الأرض بالنسبة لساحل البحر المحاور ؟ أم إلى حدوث حركات هبوط أو إنخفاض بقاع البحر نفسه ؟ أم نتيجة لإرتفاع الأرض ، وهبوط قاع البحر معاً ؟ .

وقد أثبتت الدراسات المختلفة أن منسوب سطح البحر قد تغير خلال الزمن الجيولوجى الثالث على طول سواحل الجزر البريطانية . على ذلك حاول الباحثون إيجاد العلاقة المتبادلة بين مجموعات السهول التحاتية المختلفة والتي تتمثل فى مناطق متباعدة بالجزر البريطانية إلا أنها نشأت خلال فترة زمنية واحدة . كما حاول بعض الباحثين كذلك معرفة أوجه الشبه والاختلاف بين السهول التحاتية بالجزر البريطانية و مثلتها فى المناطق القارية الأخرى المجاورة لها والتي تتمثل خاصة فى شمال غرب فرنسا ، وهولنده، وبلجيكا . وتلخص أهم العقبات التى قد تصادف الباحث عند دراسته للسهول التحاتية التى تتبع الزمن الجيولوجى الثالث فيما يلى : -

١ - قد تظهر هذه السهول التحاتية على شكل مناطق سهلية محدودة الاتساع جداً ، تبعاً لتشكيلها بفعل عوامل التعرية مدة طويلة من الزمن .

ب - صعوبة تمييز هذه السهول التحاتية فى الحقل .

ج - عدم وجود رواسب بهذه السهول ترجع نشأتها إلى الزمن الجيولوجى الثالث ، حتى يمكن أن نحدد الزمن الذى تكونت فيه هذه السهول التحاتية ؛

تذبذب مستوى سطح البحر خلال النصف.

الأعلى لعمق البلايوستين

خلال هذا العصر الذي تكررت فيه الكتل الجليدية البلايوستوسينية في العروض المعتدلة والباردة . ولقي سلبت كميات كبيرة من مياه المحيط ثم انجسبت هذه المياه داخل اليابس ، أو تجمدت على شكل كتل جليدية ، انخفض مستوى سطح البحر إنخفاضاً ملحوظاً . وظهر أثر ذلك على طول كل سواحل العالم . وعلى الرغم من أنه أمكن تحديد المناطق التي غطتها الركامات الجليدية . وأصبح من السهل معرفة توزيعها الجغرافي بقارات العالم المختلفة . إلا أنه كان وما زال من الصعب تحديد السملك الحقيقي للركامات الجليدية البلايوستوسينية . وعلى ذلك تضاربت الآراء فيما يختص بالنسب الحقيقي لمستوى سطح البحر خلال كل من الفترات البلايوستوسينية المختلفة ؛ وأوضحت نتائج الأبحاث الجيومورفولوجية أن الأرض قد تعرضت في العروض المعتدلة والباردة خلال هذا العصر إلى حركات إنخفاضية تدريجية محلية نتيجة لتراكم الجليد ، والثقل الناتج عنه فوق أراضي اليابس ؛ كما تعرض منسوب سطح البحر إلى الانخفاض خلال الفترات الجليدية الباردة ، ولكنه سرعان ما كان يسترد منسوبه المرتفع من جديد عند ذوبان الجليد خلال الفترات الدافئة البلايوستوسينية (شكل ٦) :

٦. ويلاحظ من دراسة شكل ٦ أن مستوى سطح البحر عند بداية عصر البلايوستين كان أكثر إرتفاعاً عن منسوبه الحالي بنحو ١٠٠ متر ؛ وفي خلال فترة الجليز الجليدية انخفض مستواه بنحو ١٠ م عن مستواه الحالي (أي انخفض بنحو ١١٠ متر ، عما كان عليه قبل حدوث الفترات الجليدية الباردة) . وفي خلال الفترة الدافئة التي عرفت باسم « جيتز - مندل » ، لارتفع مستواه من جديد إلى نحو ٥٥ متر فوق منسوب سطح البحر الحالي ؛ ثم تذبذب مستوى سطح البحر بين إرتفاع وإنخفاض خلال كل من بقية

الجغرافى ، أمكن استنتاج التغيرات التقريبية التى انتابت منسوب سطح البحر خلال الفترات البلايوسينية المختلفة .

وتعمل المجارى النهرية التى كانت تصب فى البحار القديمة ثم تراجعت عن شواطئ هذه البحار خلفياً ، على شق أودية لها فى الأراضى الشاطئية الجليدية والتى أضفيت إلى اليابس . ويعمل النهر كذلك على زيادة التحت الرأسى لمجره إلى أن يصل منسوب قاعدته إلى المستوى الجليدي الذى إنخفض إليه البحر . ونتيجة لارتفاع منسوب سطح البحر وتقدم شواطئه ، تحتفى بعض الأراضى القارية المجاورة ، وتتكون ظواهر جيومورفولوجية أخرى ، من بينها السهول البحرية الغاطسة ، والفيوردات ، والخلجان والأودية البحرية ، والجزر الساحلية (١) .

وقد أكد « دالى » بأنه لو تعرض الجليد والتلج المتراكم فوق سطح الأرض للذوبان حالياً لارتفع منسوب سطح البحر إلى نحو ٦٠ متر عن مستواه اليوم وأن مستوى سطح البحر خلال الفترات المبردة البلايوسينية كان أكثر إنخفاضاً عن مستواه الحالى بنحو ١٠٠ متر . وعلى ذلك فإن وجدت مدرجات بحرية بلايوسينية ، فلا بد أن توجد هذه المدرجات على هذا المستوى السابق (١٠٠ متر فوق منسوب سطح البحر أو أقل من ذلك) . أما إذا وجدت مدرجات بحرية تتمثل فى مناطق أهل من هذا المنسوب السابق ، فهذه لا ترجع إلى أثر الحركات الأيوساتية الجليدية ، بل لا بد وأن تعزى إلى أثر حركات أو عوامل أخرى . وعلى ذلك يحسن أن نشير إلى مجموعات « المدرجات » أو السهول التحتية البحرية البلايوسينية فى أجزاء مختلفة من العالم والتى تدل بدورها على مراحل تذبذب مستوى سطح البحر خلال هذا العصر .

١ - حسن أبو العينين «أصول الجيومورفولوجيا» دار المعارف - ١٩٦٦
الطبعة الثالثة - الاسكندرية ١٩٧٦ .

الدرجات البحرية البلايوسينية (أولاً) في حوض البحر الأبيض المتوسط

(١) في الجزائر

درس لاموث Lamothe, 1911 (١). تتابع تكوين المدرجات البحرية في الجزء الشمالي الغربي من القارة الأفريقية وخاصة على طول سواحل الجزائر. وحاول هذا الباحث أن يربط بين حدوث هذه المدرجات ومراحل تذبذب مستوى سطح البحر الأبيض المتوسط خلال فترة تكوينها. وقد ميز هذا الباحث مجموعات مختلفة من المدرجات البحرية البلايوسينية تتمثل على المناسيب الآتية : - ٣٢٥ ، ٢٦٥ ، ٢٠٤ ، ١٤٨ ، ١٠٣ ، ٦٠ ، ٣٠ ، ٠١٨ ، ٢ متر فوق مستوى سطح البحر الحالي وأكد لاموث أن المدرجات الخمسة العليا ترجع نشأتها إلى فترة ما قبل البلايوسين ، بينما تعزى بقية هذه المدرجات الأخرى إلى أثر تذبذب مستوى سطح البحر خلال عصر البلايوسين .

(٢) ساحل الريف الإيطالية - الفرعية :

درس ديبيري Déperet عام ١٩٠٦ (١) رواسب الركامات الجليدية في منطقة ساحل الريف الإيطالية - الفرنسية . وفي عام ١٩١٨ عني بدراسة المدرجات البحرية في هذه المنطقة السابقة ، ووجد تشابهاً كبيراً بين تتابع مراحل تكوين هذه المدرجات بتلك التي لاحظها لاموث على طول ساحل الجزائر من قبل . وتلخص النتائج التي وصل إليها ديبيري بالنسبة للمدرجات البلايوسينية بحوض البحر الأبيض المتوسط فيما يلي : -

- 1- Lamothe R. De. (Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger.)² Mem. Soc. Geol. France, Paris, (1911), 288 pp
- 2- Deperet, C, (Les anciennes lignes de rivage de la cote Française de la Méditerranée) Bull Soc France - Paris, vol 6, (1906) 207 - 230

المدرج الصقل Sicilian ويتراوح منسوبه من ٩٠ - ١٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر الحالي ؛

المدرج الميلازي Milazian ويتراوح منسوبه من ٥٥ - ٦٠ متر فوق مستوى سطح البحر الحالي

المدرج التيراني Tyrrhenian ويتراوح منسوبه من ٢٨ - ٣٢ متر فوق مستوى سطح البحر الحالي ؛

المدرج المونستيري Monastirian ويتراوح منسوبه من ١٨ - ٢٠ متر فوق مستوى سطح البحر الحالي ؛

مدرج بدون اسم ويتراوح منسوبه من ٧ - ٨ أمتار فوق مستوى سطح البحر الحالي .

وقد أكدت الدراسات الباليونتولوجية للحفريات التي عُثِر عليها فوق هذه المدرجات البحرية ، حقيقة هذا التتابع العام ، وحدوث التغيرات السابقة في مستوى البحر خلال عصر البلايوسين .

(ثانياً) في أمريكا الشمالية

أجريت الأبحاث الجيولوجية على طول سواحل أمريكا الشمالية لتمييز المدرجات البحرية ومعرفة العلاقة بين حدوثها وتتابع تغير مستوى سطح البحر . ومن أظهر الدراسات في هذا المجال ، تلك التي قام بها الأستاذ كوك Cook عام ١٩٣٠ . (١) وقد ميز « كوك » مجموعات المدرجات البحرية في منطقة السهول الشرقية للولايات المتحدة الأمريكية فيما بين

1- Cook, C W , (Correlation of Coastal terraces , Jour Geol 58, (1930), 567 - 589

نيوجرسي New Jersey شمالاً إلى فلوريدا جنوباً . ولاحظ «كوك» ستة مدرجات بحرية متعاقبة من الأقدم إلى الأحدث (أنظر الجدول الموضح) ، وقارن بين مراحل تكوينها ، وتغير شواطئ البحر البلايوسيني القديم الذى كان يقف بجوارها ، وتحديد الفترات الجليدية وغير الجليدية التى تعرضت لها معظم أجزاء شمال أمريكا الشمالية ووسطها إبان هذه الفترة . وتتلخص آراؤه فى الجدول الآتى : —

| المدرجات البحرية | المنسوب فوق مستوى سطح البحر الخالى بالامطار | تتابع الفترات الجليدية وغير الجليدية فى أمريكا الشمالية |
|----------------------|---|---|
| ١ براندين Brandywine | ٨١ | ما قبل الجليد (١) . جليد نير اسكا . |
| كوهارى Coharie | ٦٥ | فترة دفيئة (أفونيان) . جليد كانسن . |
| ساندرلاند Sunderland | ٤٩ | فترة دفيئة (يارموث) . جليد النوى . |
| ويكوميكو Wicomico | ٢٩ | فترة دفيئة (سانجامون) . جليد إيوا . |
| كوان Chohan | ٢٠ | فترة دفيئة (بيوريان) . جليد فترة ويسكونسين العليا |
| بامليكو Pamlico | ٧,٥ | جليد فترة ويسكونسين الوسطى |
| | | جليد فترة ويسكونسين السفلى |

ومن الدراسة المقارنة لتعاقب تكوين المدرجات البحرية البلايوسينية على طول شواطئ العالم أمكن تمييز هذه المدرجات فى ست مجموعات أقدمها المدرج الصقلى وأحدثها المدرج المونسترى المتأخر والفلاندرى . ويوضح الجدول الآتى تتابع حدوث هذه المدرجات من الأقدم إلى الأحدث

- ١ — للدراسة التفصيلية فيما يتعلق بالفترات الجليدية وغير الجليدية بأمريكا الشمالية راجع حسن أبو العينين ، «أصول الجيومورفولوجيا» — دار المعارف ١٩٦٦ . والطبعة الثالثة — الاسكندرية — ١٩٧٦ .

في مناطق متفرقة من أجزاء العالم ، ومناسبتها المختلفة في كل من هذه المناطق
(بالأمتار) بالنسبة لمنسوب سطح البحر الحالي (١) :

| منسوب هذه القمم في أجزاء متفرقة من العالم بالأمتار | | | | | | عمره | متوسط منسوبه (بالأمتار) | انحدار البحر |
|--|-----------------|-----------------|------------|---------------|---------|------------------------|---------------------------------|--------------|
| أمريكا الشمالية | جنوب أفريقيه | جنوب انجلترا | شمال - نسا | جنوب فرنسا | الجزائر | الجورلوجي الفسنة قم | | |
| ٨١ | — | ٩٦ | ١٠٣ | ١٠٠-٩٠ | ١٠٣ | ٦٦٠ | ١٠٠ | الصقل |
| ٦٥ | ٧٥-٤٥ | ٦٠ | ٦٠-٥٦ | ٦٠-٥٥ | ٦٠ | ٥٠٠ | ٦٠ | الميلادي |
| ٤٩-٣٠ | ٣٢ | ٣٦-٣٣ | ٣٣ | ٣٢-٢٨ | ٣٠ | ٢٧٠ | ٣٢ | التيرواني |
| ٢٠ | ١٨ | ١٨-١٥ | ١٩ | ٢٠-١٨ | ٢٠-١٨ | ١٥٠ | ١٨ | المونستيري |
| ٧ | ٧ | ٨-٥ | ٨ | ٨-٧ | — | ١٢٥ | ٧٠٥ | الو نمستيري |
| | | | | | | | ؟ | المتأخر |
| | | | | | | | | الفلاندري |

يختلف منسوبه اختلافا كبيرا من موقع الى آخر

تذبذب مستوى سطح البحر عند نهاية عصر البلايوسين

تعد تغيرات مستوى سطح البحر خلال هذه الفترة معروفة بصورة واضحة
إذا ما قورنت بالتغيرات التي رجحت خلال النصف الأول من عصر
البلايوسين أو في الزمن الجيولوجي الثالث . ويرجع ذلك إلى أن الأدلة
التي تشير إلى هذا التغير تعد أكثر وضوحاً ، هذا فضلاً عن سهولة تحديد
الفترة التي حدث خلالها هذا التغير بواسطة دراسة الرواسب البحرية الحديثة
التي عثر عليها فوق بعض الشواطئ البحرية المرتفعة Raised Beaches . كما
استخدم الباحثون كذلك طريقة كربون ١٤ ، ودراسة التحليلات النباتية
الموجودة بالتربة Pollen Analysis ، إلى جانب الإستعانة بالآثار والوثائق
التاريخية ، عند الإشارة إلى تتابع تغير مستوى سطح البحر خلال النصف
الأخير من عصر البلايوسين وبداية العصر الحديث .

1: Zeuner, F E, (The Pleistocene Period), London (1959) p 301

وتدل الشواطئ البحرية المرتفعة على إرتفاع منسوب سطح البحر خلال فترات زمنية سابقة ثم إنخفاضه عن الأرض المجاورة تاركاً خلفه هذه الشواطئ بينما ترمز الغابات المنغرة أو الغاطسة إلى تمتل على طول بعض سواحل إنجلترا والآثار الرومانية الغاطسة أمام ساحل مدينة الإسكندرية على إنخفاض الساحل أو هبوطه أو أن منسوب سطح البحر الحالي أكثر إرتفاعاً عما كان عليه من قبل ٥

وعند دراسة تغير مستوى سطح البحر في المناطق التي تأثرت بالجليد ، من الهام أن يدرك الباحث حركات الرفع المحلية للسواحل ، والتي قد تنجم عن ذوبان الجليد Deglaciation . ويظهر أثر هذا الإختلاف واضحاً إذا ما قورنت سواحل اسكتلندا بالسواحل الجنوبية للجزر البريطانية . فنتيجة لعمليات ذوبان الجليد المستمرة في اسكتلندا تأثرت سواحلها بحركات رفع تدريجية . فعند ذوبان الجليد الذي كان متركماً بالمقعرات الجبلية ، واتخاذ شكل مسيلات مائية تنحدر صوب البحار المحاورة ، أدى ذلك إلى تخفيف الثقل الجليدي الذي كانت تتعرض له هذه الأراضي من قبل ، وعلى ذلك ترتفع الأرض تدريجياً إلى أعلى بعد إزاحة الجليد عنها . ولكن لم يتخذ الباحثون رأياً قاطعاً فيما يختص بتغير سواحل اسكتلند في الوقت الحاضر ، وهل مازالت هذه السواحل معرضة للإرتفاع التدريجي البسيط أم لا . فقد أثبتت نتائج الدراسات الجيولوجية أن مستوى سطح البحر خلال عصر ما بعد الجليد في اسكتلند كان مرتفعاً عن مستواه الحالي . وتتلخص الأدلة على ذلك في الرواسب البحرية التي تتمثل بمنطقة بازلي Paisley والتي تقع الآن على نحو ٤٠٠ قدم فوق منسوب سطح البحر الحالي . بينما استنتج دونر Donner نتيجة للدراسات التي قام بها عام ١٩٥٤ ، أن السهول التحتانية التي تقع على إرتفاع ٢٥ ، ٥٠ قدم فوق مستوى سطح البحر الحالي باسكتلند ليست متساوية السطح تماماً . (كما يجب أن تكون تبعاً لنشأتها بفعل التعرية البحرية) ولكنها مخرسة السطح . وأرجع «دونر» ذلك إلى أن هذه السهول تشكلت بحركات رفع تدريجية تبعاً لذوبان الجليد الذي كان متجمعاً فوقها .

أما السواحل الجنوبية للجزر البريطانية فإنها لم تتأثر بحركات رفع محلية ناجمة عن فعل ذوبان الجليد . ذلك لأنها لم تتأثر بالجليد البلايوستوسيني . على ذلك فإن هذه السواحل هي نتاج العلاقة بين اليابس والماء وتغير منسوب سطح البحر العام .

ومن الدراسة التحليلية للرواسب البحرية والنباتية التي قام بها كل العالم الجيولوجي سوينرتون Swinnerton, 1931 (١) وعالم النبات جودوين (٢) Godwin 1939 ، في بعض المواقع على طول السواحل الشرقية لإنجلترا ، تبين أن رواسب اللبد النباتي Peat تكونت خلال فترات تمثل انخفاض في مستوى سطح البحر ، بينما تدل المستنقعات الملحية على فترات إرتفاع منسوب سطح البحر . وأكد هذان الباحثان أن منسوب سطح البحر أخذاً في الإرتفاع التدريجي البسيط في الوقت الحاضر حول السواحل الشرقية لإنجلترا وقد استدل على ذلك من دراسة أبعاد مناطق المستنقعات البحرية في القرن التاسع عشر ومقارنتها بأبعادها الحالية . فقد تبين أن المستنقعات البحرية إلى الشرق من مدينة لينكولن (مقاطعة لينكولنشير) والتي كانت تستصلح عام ١٨٥٠ ، مازالت موجودة اليوم ولكن على منسوب أعلى بنحو ٣ قدم من منسوبها القديم . أو بمعنى آخر أن الأرض في هذه المنطقة قد ارتفعت بنحو ٣ قدم خلال المائة سنة الأخيرة .

طبيعة التغير الحالي في منسوب سطح البحر

بين من نتائج الدراسات الجيومورفولوجية للسواحل الجنوبية لإنجلترا ، وتحديد الاختلاف في مستوى المد والجزر من عام إلى آخر أن مستوى سطح البحر مازال أخذاً في الإرتفاع التدريجي في الوقت الحاضر . وقد أكد هذه

- 1- Swinnerton H H (The Postglacial deposits of Lincolnshire Quart)
Jour Geol Soc vol 87 (1931) 360 - 375
- 2- Godwin H (Radio carbon dating of the eustatic rise in ocean
level) Nature 181 (1958) 1518 1519

الحقيقة قراءات المد والجزر في محطة نيواين Newlyn الواقعة في أقصى جنوب غرب مقاطعة كورنول Cornwall بإنجلترا . وقد أثبتت هذه القراءات أن سطح البحر في تزايد تدريجي مستمر بمعدل ٢,٣ ملم في السنة . ويرجع أن السبب الرئيسي في إرتفاع سطح البحر مرجعه غالباً لتقهقر العالم لاجليدي في الوقت الحاضر ، وذوبان الجليد المتجمع بالمناطق الجبلية والساحلية في العروض الباردة . وتلاحظ هذه الظاهرة كذلك على طول السواحل الشمالية الغربية لأوروبا وخاصة حول سواحل خليج بوثنيا . فقد أتضح أن هذه السواحل الأخيرة آخذة في الإرتفاع التدريجي البسيط تبعاً للذوبان الغطاءات الجليدية والكتل الجليدية التي كانت متراكمة فوق المرتفعات الجبلية . ولكن في نفس الوقت هناك بعض السواحل التي تتعرض لعمليات الإنخفاض التدريجي ومنها سواحل الدانمرك وبعض أجزاء من السواحل الشمالية لألمانيا والتي تطل على بحر الشمال . فعلى طول هذه السواحل تبين أن مستوى سطح البحر يرتفع بمعدل ٣,٥ ملم في السنة . ونفس الحال كذلك بالنسبة لسواحل ألاسكا وكندا شمال دائرة عرض ٤٦,٥ شمالاً ، وساحل اسكتلندا حيث يرتفع منسوب سطح البحر على طول السواحل . وتبعاً لدراسات فاير بريدج Fairbridge عام ١٩٦١ (١) فإن منسوب سطح البحر أخذ الآن في الإرتفاع التدريجي البسيط بمعدل ١,٢ ملم في السنة . ولكن أوضح فكسار Wexler (٢) أن هذا لإرتفاع بمعدل ٢ ملم في السنة . وذكر فكسار أن منسوب سطح البحر العام أخذاً في الإرتفاع التدريجي نتيجة للذوبان الجليد المتجمع في المناطق القطبية ، وأنه إذا تعرضت الكتل الجليدية في أنتارتيكا للذوبان فإن منسوب سطح البحر العام سوف يرتفع بمعدل ١٠٠ متر عن مستواه الحالي ، أي أن كل السواحل الحالية وأجزاء كبرى من سطح اليابس سوف تكون عرضة لان تغمر بمياه البحار والمحيطات . ولكن اوضحت الدراسات الحديثة أن الجليد المتجمع في

1- Fairbridge, R W (Eustatic change in sea-level) in (physics and Chemistry of the Earth) Pergamon Press (1961)

2- Wexler A. (The origin of continents and oceans) London 1922

أما طريقة إيس معرضاً للذوبان بلى أكد بعض الباحثين أنه في ازدياد تدريجي مستمر . وعلى ذلك فإن نسب الرئيسية لإرتفاع منسوب سطح البحر يعزى ^F إلى ذوبان الجليد المتجمع في نصف الكرة الشمالى فقط .

يتضح من هذا العرض أن تأثير ذوبان الجليد في خلق حركات رفع شاطئية وتغير منسوب سطح البحر سوف يستمر في الحدوث إلى حين ذوبان كل الجليد المتجمد فوق القارات ، وفي المناطق القطبية بالذات . وعلى ذلك فهناك حالتان لا بد من حدوث إحداهما في المستقبل وهما : -

١ - ذوبان كل الجليد واستمرار لإرتفاع منسوب سطح البحر العام ، وبالتالي إنغمار أجزاء واسعة من سطح اليابس تحت الماء ؛

أو ب - أن الوقت الذى نعيش فيه يمثل مرحلة دفيئة Interglacial وأن سطح الأرض ربما يتعرض ثانية في المستقبل لفترة برودة شديدة . قد تشبه تلك التى حدثت إبان الفترات الجليدية البلايوستوسينية ، وينجم عنها زيادة تجمع الجليد ، وانخفاض مستوى سطح البحر .

الباب الثالث

الفصل السادس :

الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحار والمحيطات

الفصل السابع :

الكتل المائية بالبحار والمحيطات

الفصل السادس

الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحار والمحيطات

تشمل المسطحات البحرية والمحيطية أكثر من ٩٧٪ من جملة المسطحات المائية التي تتمثل فوق سطح القشرة الأرضية . وعلى ذلك فهي عبارة عن خزانات عظمى مكشوفة السطح تتعرض فيها المياه لفعل التبخر الشديد وخاصة في المسطحات المائية الواقعة في العروض المدارية . وهنا تتصاعد المياه في الجو على شكل أبخرة وغازات ثم قد تتعرض الأخيرة لفعل التكاثف وتسقط من جديد على شكل أمطار وتلوج تغذي أنهار وبحيرات اليابس .

ومن المعلوم أن المياه تظهر بأشكال مختلفة ، حيث قد تظهر على شكل كتل جليدية صلبة متماسكة ، أو مياه سائلة أو كتل غازية عظمى خفيفة . كما تعتبر المياه من العناصر الطبيعية المحدودة على سطح الأرض والتي تبقى كمائل تحت درجات الحرارة المنخفضة ، حيث تتجمد المياه المعالجة عند درجة صفر مئوية . وتنفق المياه معظم العناصر الطبيعية الأخرى في أنها تمتص قدرأ كبيراً من الحرارة ، كما أن من خصائصها الطبيعية كذلك أن تسخن ببطء وتفقد حرارتها ببطء . ومن ثم فإن المياه يمكن أن تحتفظ بدرجات الحرارة المرتفعة لفترة أطول من احتفاظ صخور اليابس بها ، وينجم عن ذلك أن المدى الحرارى اليومي والفصلى للمسطحات المائية أقل بكثير من ذلك الذى يتمثل فوق اليابس المجاور في نفس العروض . ولهذا الخاصية العامل الأكبر في

تشكيل كل من المناخ البحرى Maritime Climate والمناخ القارى Continental Climate

وقد تبين أن المياه الناصفة Pure Water تبلغ أعظم كثافة لها عندما تكون درجة حرارتها 4°C حيث تبلغ الكثافة هنا (جرام واحد لكل سم^3) أما إذا كانت درجة حرارة المياه أكثر ارتفاعاً من 4°C ، أو أقل انخفاضاً عن هذه القيمة، تنخفض كثافة المياه، ويزداد حجمها في نفس الوقت. فإذا تعرضت المياه للتجمد (عند درجة الصفر المئوى) يتكون الثلج ويعظم حجمه بالنسبة لحجم المياه السائلة التي تكون منها. وتتجه المياه الباردة الأعظم كثافة إلى أسفل المياه العلوية الأقل منها كثافة. وعلى ذلك يلاحظ من دراسة الخصائص الطبيعية لمياه البحار أن درجة الكثافة تزداد كلما توغلنا إلى أسفل صوب مياه البحر العميقة. ولا يرجع سبب عظم كثافة المياه السفلية إلى ارتفاع نسبة الملوحة بها، بل يرجع أساساً إلى انخفاض درجة حرارتها. (لبعدها عن تأثير أشعة الشمس الحرارية والضوئية).

وقد دلت نتائج الدراسات المختلفة على أن مياه البحار الحالية إذا كانت مضغوطة بشدة لانخفاض منسوب سطحها بنحو ١٠٠ قدم. وتجدل الإشارة كذلك إلى أن تنوع أشكال الكتل المائية والخصائص الطبيعية للمياه يتوقف أساساً على مقدار نصيبها من الأشعة الشمسية. فعند سقوط أشعة الشمس ترتفع درجة حرارة المياه تبعاً للأشعة الشمسية التي تتغلغل في المياه، بينما ترتد بعض الأشعة الشمسية الأخرى إلى الجو، وتعمل الأخيرة على تسخين طبقة الهواء الملاصقة لسطح الماء والتي تشكل بدورها الخصائص الطبيعية للمياه السطحية. كما تخترق الأشعة الضوئية مياه المحيط حتى عمق ١٣٠ متراً من سطح المياه، ويصاحب هذه الأشعة بعض الحرارة التي تعمل بدورها على تسخين المياه ورفع درجة حرارتها. ولا تقتصر العلاقة بين مظاهر تحرك المياه على أساس اختلاف نصيب المسطحات المائية من الأشعة الشمسية فقط، بل تساهم عملية جذب القمر للمسطحات المائية على حدوث المد والجزر، كما تتشكل حركة المياه بفعل طبيعة الرياح السائدة فوق أجزاء المسطحات المائية.

وعلى ذلك يحسن أن نشير إلى بعض الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحار والمحيطات ، حيث يتوقف عليها طبيعة حركة المياه وتنوع مظاهرها . واختلاف مجموعات الكائنات البحرية التي تعيش فيها ، والأمكانيات الاقتصادية التي تتمثل فيها .

(أولا) حرارة مياه البحار والمحيطات

أعتقد معظم الباحثين حتى منتصف القرن السابع عشر أن مصدر حرارة مياه البحر أساسها هي الحرارة المشعة من باطن الأرض نفسها، وعلى ذلك ترتفع حرارة المياه كلما توغلنا في المياه العميقة بالمحيط. ولكن دلت نتائج الدراسات الحديثة أن درجة حرارة المياه تنخفض بالتدريج كلما ابتعدنا عن المياه العميقة فوق قاع المحيط ، ومن ثم عرف الباحثون أن المصدر الأساسي لحرارة مياه البحار والمحيطات هو الإشعاع الشمسي . وقد تبين أن درجة حرارة المياه السطحية تختلف من مسطح مائي إلى آخر على سطح الكرة الأرضية ، بل تختلف كذلك في المسطح المائي الواحد خلال فصول السنة المختلفة ويعزى ذلك ما يلي : —

١ — الموقع الجغرافي للمسطحات المائية ، ومدى بعدها عن الدائرة الإستوائية .

ب — طبيعة الأشعة الشمسية فوق المسطحات المائية ، وطول الفترة الزمنية التي تتعتمد فيها هذه الأشعة على سطح المياه .

ج — متوسط عدد ساعات شروق الشمس اليومية أو الفصائية أو السنوية فوق المسطحات المائية .

د — تغير الأ — وال مناخية فوق المسطحات المائية ، والتي تؤثر في درجة حرارة المياه السطحية (مدى تراكم السحب ، وكمية الأمطار الساقطة والرياح السائدة ...) .

هـ - مدى قدرة المياه على امتصاص الأشعة الشمسية ، ومدى استطاعة الأخيرة على التغلغل في المياه شبه السطحية .

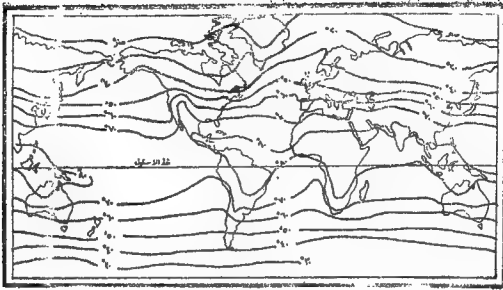
و - أثر فعل العوامل الثانوية الأخرى ، والتي تتمثل في التيارات البحرية ، والدوامات المائية وحركة التقلب الرأسية للمياه وحركات المد والجزر .

خطوط الحرارة المتساوية بمياه البحار والمحيطات

خطوط الحرارة المتساوية هي عبارة عن خطوط لإنشائية تصل بين مواقع المسطحات المائية التي تتساوى في درجة حرارتها . ويعد ماثيو فونتين ماري M. F. Marry عام ١٨٥٢ ، أول من أشار إلى استخدام هذه الخطوط عند دراسة الخصائص الطبيعية لمياه البحار . وميز ماري بين خطوط الحرارة المتساوية للمياه السطحية التي تقع في العروض الإستوائية وتلك التي تقع في المسطحات المائية الواقعة في العروض المدارية أو المعتدلة ، والعوامل المختلفة التي تؤثر في تشكيل كل منهما .

ومن دراسة المتوسط السنوي لخطوط الحرارة المتساوية للمياه السطحية بالبحار والمحيطات تبين أن درجات الحرارة في النصف الشمالي من المحيطات (إلى الشمال من الدائرة الإستوائية) أعلى منها في النصف الجنوبي . فالمتوسط السنوي لدرجة حرارة المسطحات المائية الواقعة بين دائرتي عرض ٦٠° ، ٧٠° شمالا يبلغ نحو ٤٢° ف ، بينما بالنسبة للمسطحات المائية الواقعة في نفس هذه العروض بالنصف الجنوبي من المحيطات يبلغ نحو ٢٢° ف . ويرجع ذلك إلى تأثير فعل الرياح الباردة في نصف الكرة الجنوبي من جهة ، وإلى اختلاف التوزيع الجغرافي لليابس والماء في نصفي الكرة من جهة أخرى .

ويلاحظ أن أعلى درجات حرارة المياه السطحية لمعظم أجزاء المسطحات المائية بالمحيطات المختلفة تسجل إلى الشمال من الدائرة الإستوائية ، ومن ثم يقع خط الإستواء الحراري Oceanic Thermal Equator إلى الشمال من خط



(شكل ٧) المتوسط السنوي لخطوط الحرارة المتساوية (بالدرجات ف)
(الهواء للألماس سطح الأرض وللماء البحر)

الإستواء الجغرافي . (شكل ٧) . ويلاحظ كذلك أن خطوط الحرارة المتساوية في مياه البحار بنصف الكرة الجنوبي عبارة عن خطوط شبه متوازية ومستقيمة الإمتداد ، بينما تلك في مياه البحار بنصف الكرة الشمالي (خاصة إلى الشمال من دائرة عرض ٤٥° شمالاً) تتميز بأثناءاتها وكثرة تعاميجها كما يظهر ذلك على طول الساحل الغربي لأمريكا الشمالية والساحل الغربي لأوروبا ، ويرجع ذلك إلى أثر فعل التيارات البحرية الدفينة التي تعمل على رفع درجة حرارة المياه السطحية بجوار السواحل .

وقد اهتم بوهنيك (١) Bohnheche, 1938 بدراسة حرارة المياه السطحية بالبحر الأطلنسي وتحديد العوامل المختلفة التي تؤثر في تشكيلها من مسطح مائي إلى آخر وتتلخص نتائج دراساته في الجدول الآتي ، والذي يوضح متوسط درجة حرارة المياه السطحية بالبحر الأطلنسي في العروض المختلفة بنصفه

- 1- Bohnhecke G., (Temperature Salzgehalt und Dichte an der Oberfläche des Atlantischen Ozeans). Deutsche Atlantische Exped., Meteor (1925-1927) Wiss., Erg., Bd. S, (1938)

[الشمالى والجنوبى (بالدرجات المثوية)

| درجة الحرارة (م°) | النصف الجنوبى | درجة الحرارة (م°) | النصف الشمالى | |
|----------------------|---------------|----------------------|---------------|---------|
| ١٣٠ و ١٠٠ | ٦٠-٧٠ | ٦٠ و ٥٠ | ٦٠-٧٠ | |
| ١٧٦ و ١٠٠ | ٥٠-٦٠ | ٦٦ و ٨٠ | ٥٠-٦٠ | |
| ٦٨ و ٨٠ | ٤٠-٥٠ | ١٦ و ١٣ | ٤٠-٥٠ | المحيط |
| ٩٠ و ١٦ | ٣٠-٤٠ | ٤٠ و ٢٠ | ٣٠-٤٠ | الأطلسى |
| ٢٠ و ٢١ | ٢٠-٣٠ | ١٦ و ٢٤ | ٢٠-٣٠ | |
| ١٦ و ٣٢ | ١٠-٢٠ | ٨٠ و ٢٥ | ١٠-٢٠ | |
| ١٨ و ٢٥ | صفر-١٠ | ٦٦ و ٢٦ | صفر-١٠ | |

ويتبين من دراسة هذا الجدول السابق أن المياه السطحية في العروض المدارية والإستوائية تتميز بارتفاع درجة حرارتها، وذلك لتأثرها بأشعة الشمس العمودية، بينما تنخفض درجة حرارة المياه السطحية كلما اتجهنا شمالا أو جنوبا نحو القطبين، حيث تكون أشعة الشمس مائلة. وتساهم العوامل الثانوية الأخرى (مثل كيفية توزيع الياپس والماء، ودورة الرياح، والتيارات البحرية، والغطاءات الجليدية) على تشكيل درجة حرارة المياه السطحية في هذه العروض المختلفة.

ويتضح أن أعلى متوسط سنوى لدرجة حرارة المياه السطحية بالمسطحات المائية للمحيطات المختلفة يتمثل في المحيط الهندى عند دائرة عرض ٤,٦٥° شمالا حيث يبلغ هنا نحو ٢٧,٨٨° م. وقد أوضحت الدراسات المختلفة كذلك أن المياه السطحية بالعروض المعتدلة بالمحيط الأطلسى أدف نسبيا من المياه السطحية بالمحيط الهادى. فيبلغ المتوسط السنوى لدرجة حرارة المسطحات المائية التى تقع فيما بين دائرتى عرض ٥٠°، ٦٠° شمالا بالمحيط الأطلسى نحو ٨,٦٦° م بينما تباع في المحيط الهادى نحو ٥,٧٤° م. ويبلغ المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه السطحية التى تقع فيما بين دائرتى عرض ٤٠°-٥٠°

شمالا بالمحيط الأطلسي نحو $13,16^{\circ}$ م ، بينما يبلغ المتوسط السنوي لدرجة حرارة المياه السطحية عند نفس هذه العروض بالمحيط الهادي نحو $9,99^{\circ}$ م ، وبينما يبلغ المتوسط السنوي لدرجة حرارة المسطحات المائية الإستوائية التي تمتد فيما بين خط الإستواء ودائرة عرض 10° شمالا بالمحيط الأطلسي نحو $26,76^{\circ}$ م ، يبلغ المتوسط السنوي لدرجة حرارة المياه السطحية بالمحيط الهادي عند نفس هذه العروض نحو $27,20^{\circ}$ م ، والمحيط الهندي تبلغ نحو $27,88^{\circ}$ م . ويوضح الجدول الآتي المتوسط السنوي لدرجة حرارة المياه السطحية بالمحيطات المختلفة في نصف الكرة الشمالي :

| درجة حرارة المياه السطحية | | | دوائر العرض المختلفة |
|---------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| المحيط الهادي (م°) | المحيط الهندي (م°) | المحيط الأطلسي (م°) | في نصف الكرة الشمال |
| — | — | 66 و 5° | 60 - 70° |
| 74 و 5° | — | 60 و 8° | 50 - 60° |
| 99 و 9° | — | 16 و 13° | 40 - 50° |
| 62 و 18° | — | 46 و 20° | 30 - 40° |
| 38 و 23° | 14 و 26° | 10 و 24° | 20 - 30° |
| 42 و 26° | 23 و 27° | 86 و 25° | 10 - 20° |
| 20 و 27° | 88 و 27° | 61 و 26° | صفر - 10° |

وإذا انتقلنا إلى نصف الكرة الجنوبي لتبين أن المتوسطات السنوية لدرجة حرارة المياه السطحية أقل بكثير من مثيلتها في نفس العروض بنصف الكرة الشمالي . (راجع أسباب ذلك فيما سبق) . فتلاحظ أن المتوسط السنوي لدرجة حرارة المياه السطحية بالمحيط الأطلسي فيما بين 60° - 70° شمالا يتبع $5,60^{\circ}$ م ، تصبح في نفس العروض بالمحيط الأطلسي الجنوبي نحو $1,30^{\circ}$ م . كما يتبين أن المتوسط السنوي لدرجة حرارة المياه السطحية في العروض العليا بالمحيط الهادي أدفء نسبياً من مثيلتها في نفس العروض بالمحيطات الجنوبية . فبالنسبة للمسطحات المائية الواقعة بين دائرتي عرض 50° - 60° جنوباً ، 40° - 50° جنوباً تبين أن المتوسط السنوي لدرجة حرارتها بالمحيط الهادي

تبلغ نحو $5,00^{\circ}$ م ، $11,16^{\circ}$ م ، بينما في المحيط الهندي تبلغ نحو $1,63^{\circ}$ م ، $8,67^{\circ}$ م وفي المحيط الأطلسي تبلغ نحو $1,76^{\circ}$ م ، $8,68^{\circ}$ م على الترتيب .
ويعزى إنخفاض درجة حرارة المياه السطحية بالمحيطين الأطلسي والهندي في هذه العروض العليا إلى ما يلي :-

أ - تساهم المياه الذائبة من بعض كتل الجليد المتجمعة في أنتاركتيكا ، وجبال الثلج العائمة على إنخفاض درجة حرارة المياه .

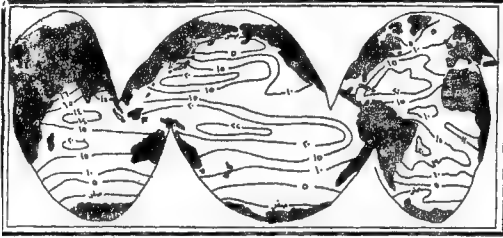
ب - إنخفاض درجة حرارة المياه السطحية بفعل الرياح الغربية الباردة والرياح القطبية الباردة ؛

ويوضح الجدول الآتي المتوسط السنوي لدرجة حرارة المياه السطحية بالمحيطات المختلفة في نصف الكرة الجنوبي .

| درجة حرارة المياه السطحية (م°) | | | دوائر العرض المختلفة في نصف الكرة الجنوبي |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|
| المحيط الهادي | المحيط الهندي | المحيط الأطلسي | |
| $13,0^{\circ}$ و $10,0^{\circ}$ | $15,0^{\circ}$ و $16,3^{\circ}$ | $13,0^{\circ}$ و $17,6^{\circ}$ | 60° - 70° |
| $16,1^{\circ}$ و $19,8^{\circ}$ | $17,0^{\circ}$ و $16,7^{\circ}$ | $16,8^{\circ}$ و $19,0^{\circ}$ | 40° - 50° |
| $21,5^{\circ}$ و $25,3^{\circ}$ | $22,0^{\circ}$ و $20,0^{\circ}$ | $21,2^{\circ}$ و $20,0^{\circ}$ | 30° - 40° |
| $25,1^{\circ}$ و $26,0^{\circ}$ | $25,8^{\circ}$ و $27,4^{\circ}$ | $23,1^{\circ}$ و $25,1^{\circ}$ | 20° - 30° |
| | | $25,1^{\circ}$ و $27,4^{\circ}$ | 10° - 20° |
| | | | صفر - 10° |

١ - وحيث تسقط الأشعة الشمسية على المياه السطحية ثم تتغلغل إلى الباطن في المياه العميقة ، تختلف درجة حرارة المياه رأسياً كذلك . فيلاحظ أن المياه السطحية أعلى حرارة من المياه العميقة حيث يكاد لا يصل إلى الأخيرة (عندما تقع على عمق 200 م) أى أشعة حرارية . ويبلغ المتوسط السنوي لدرجة حرارة المياه بالعروض الإستوائية عند عمق 200 م نحو 20° م . (تبلغ عند

سطح الماء نحو 26°C ، بينما يبلغ المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه بالعرض المدارية في نصف الكرة الشمالى والجنوبى عند عمق ٢٠٠ م نحو 14°C (شكل ٨) ، وتنخفض درجة حرارة المياه عن ذلك كلما اتجهنا صوب القطبين شمالاً وجنوباً :



(شكل ٨) خطوط الحرارة المتساوية المياه السطحية على عمق ٢٠٠ متر (بالدرجات اللتوية)

وقد أوضحت الدراسات كذلك أن المتوسطات الشهرية والسنوية لدرجات حرارة المياه عند عمق ٤٠٠ متر من السطح تقل كثيراً عن تلك بالمياه السطحية. كما تتميز خطوط الحرارة المتساوية عند هذه الأعماق البعيدة ببساطتها . ولا تتأثر حرارة المياه المحيطية عند هذه الأعماق بأشعة الشمس الحرارية ، بل تتشكل تبعاً لحركات التيارات الصاعدة وتحرك الكتل المائية المختلفة . ومن دراسة شكل ٩ ، يلاحظ أن المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه عند عمق ٤٠٠ متر بالمياه الإستوائية والمدارية لا يزيد عن 10°C . وتنخفض درجة حرارة المياه عن ذلك كلما اتجهنا شمالاً أو جنوباً صوب القطبين . (١)

ومن دراسة المتوسط السنوى العام لدرجة المسطحات المائية بالمياه المحيطية

1- Sverdrup, H, U,, (The oceans.), Prentice Hall, Inc. (1962)



(شكل ٩) خطوط الحرارة المتساوية للماء على عمق ٤٠٠ متر
(بالدرجات المئوية)

في الكبرى ككل ، نجد أن المتوسط السنوى لدرجة حرارة المياه السطحية في المحيط الهادى يبلغ نحو $٢٦,٣٨^{\circ}\text{ف}$ ($١٩,١٠^{\circ}\text{م}$) و يبلغ بمياه المحيط الهندى $٢٢,٦٥^{\circ}\text{ف}$ ($١٧,٠٣^{\circ}\text{م}$) و بمياه المحيط الأطلسى $٢٢,٤٤^{\circ}\text{ف}$ ($١٦,٩١^{\circ}\text{م}$) . ومن ثم يتضح أن المياه السطحية للمحيط الهادى عامة تعد أكثر المحيطات دفأ . وقد سجلت أعلى درجة حرارة للمياه السطحية بالمحيط الهادى وذلك فى النصف الغربى بالعروض المدارية منها ، حيث بلغ المتوسط السنوى هنا نحو $٣٢,٢^{\circ}\text{ف}$ ($٨٩,٩٦^{\circ}\text{ف}$) .

وقد اهتم الأستاذ كوكس Cox (١) عام ١٩٥٩ بقياس الحرارة النوعية لمياه البحار والمحيطات . وتمثل هذه الحرارة كمية الحرارة التى يكتسبها جرام واحد من أى مادة إذا ارتفعت درجة حرارتها درجة مئوية . وتبعاً لاختلاف حرارة سطح المياه عن حرارة المياه السفلية ، ذلك لأن الأول أعظم حرارة من الأخيرة تبعاً لستقوط الأشعة الشمسية عليها مباشرة كما أنها تحتاج

1- a- Cox, R. A., (The Chemistry of sea water) New Scientist vol 6 (1959) 518-524.

b- Cox R. A., (The Specific heat of sea water) Proc. Sec. Amer vol., 252 (1959) 51 - 62

لعدد من الوحدات الحرارية (السع) أقل ، لرفع درجة حرارة المياه بها حتى المياه السفلية . بالتالى تتكون التيارات الرأسية تبعاً لاختلاف درجة حرارة المياه رأسياً . ويلاحظ أن المياه السفلية التى قد تصعد إلى أعلى تفقد كذلك بعض من حرارتها الكامنة (قبل أن تبدأ عملية التسخين بفعل حرارة المياه السطحية) تبعاً للضغط الواقع عليها . وتعرف عملية فقدان المياه الصاعدة حرارتها الكامنة بهذا الشكل باسم *Adiabatic Couling* . وعندما تصل المياه إلى السطح بدرجة حرارة معينة (بعد إتمام دورتها الرأسية) فيطلق عليها تعبير « درجة الحرارة الفعلية للمياه السطحية » *Potential temperature* (١)

التغير اليومي والفصلى لدرجة حرارة المياه السطحية بالبحار والمحيطات

على الرغم من أن المياه تكتسب الحرارة ببطء وتفقدتها ببطء كذلك ، وأن كلا من المدى الحرارى اليومي والفصلى فيها أقل منه على اليابس المجاور لها إلا أن هذا لم يمنع من تغير درجة حرارة المياه السطحية من وقت إلى آخر خلال اليوم الواحد ومن فصل إلى آخر على طول مدار السنة . وتساهم العوامل الآتية فى التغير اليومي لدرجة حرارة المياه السطحية : -

- ١ - مدى تراكم السحب فوق المسطحات المائية وخصائصها العامة .
- ب - مدى سرعة تغير الخصائص الطبيعية للهواء الملاصق لسطح الماء :
- ج - مدى سرعة الرياح ونوعها (رياح دائمة - موسمية - إعصارية - محلية) .
- د - مدى قدرة المياه على اكتساب الحرارة وتغلغل الأخيرة إلى المياه شبه السطحية :

1- King C. A. M. (Oceanography for geographer) London (1962)

هـ - حركات المد والجزر وتأثير المياه السطحية بالأمواج :

وكما تعمل الحالات الجوية لأضداد الأعاصير Anticyclonic conditions على تشكيل درجة حرارة سطح اليابس ، فإنها تعمل كذلك على تغيير درجة حرارة المياه السطحية من ساعة إلى أخرى . كما تعمل الرياح القوية الشديدة على مزج طبقات مختلفة من الهواء الملاصق لسطح الماء ، ويؤثر هذا بدوره على تعديل حرارة المياه السطحية .

أما بالنسبة للتغير الفصلي لدرجة حرارة المياه السطحية ، فيرجع هذا أساساً إلى أثر العوامل الآتية : -

ا - كمية الأشعة الشمسية الساقطة فوق المسطحات المائية ، ومدى تعامدها واختلاف سقوطها من مسطح مائي إلى آخر .

ب - طبيعة حركة التيارات البحرية ، ومدى تغير الخصائص الطبيعية لمياه هذه التيارات من فصل إلى آخر .

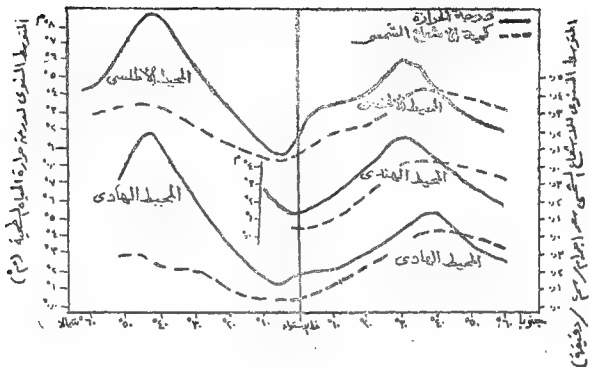
ج - أثر الرياح السائدة في تنظيم درجة حرارة المياه السطحية .

ومن ثم تختلف درجة حرارة المياه السطحية من مسطح مائي إلى آخر ، بل تختلف كذلك في نفس المسطح المائي من فصل إلى آخر على طول مدار السنة . وعلى سبيل المثال نلاحظ أن المدى الحراري السنوي (الفرق بين أعلى درجة حرارة المياه خلال فصل الصيف وأقل درجة لحرارتها خلال فصل الشتاء) للمياه السطحية بالمحيط الأطلسي الشمالي والمحيط الهادي الشمالي أعظم بكثير منه بمياه هذين المحيطين الواقعة في النصف الجنوبي منهما . ويعزى ذلك إلى أن الرياح الباردة في فصل الشتاء تهب دائماً من داخل القارات وتنتجه إلى المحيط حيث مراكز الضغط المنخفض النسبي . وتعمل هذه الرياح القارية على إنخفاض درجة حرارة الهواء الملاصق لسطح مياه المحيط وخاصة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية . ولما كان اليابس في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية أقل اتساعاً عنه في النصف الشمالي فإن أثر فعل الرياح الباردة انشترية يعد تأثيراً محدوداً للغاية .

وحيث إن حرارة مياه المسطحات المائية الإستوائية مرتفعة طول العام ، وتلك التي تشغل العروض الباردة بالمحيطات المختلفة باردة طول العام كذلك ، فإن المدى الحرارى الفصلى للمسطحات المائية الواقعة في هذه العروض محدود جداً ، إذا ما قورن بالمدى الحرارى الفصلى للمسطحات المائية الواقعة في العروض المدارية . ففي المحيط الأطلسى يبلغ المدى الحرارى الفصلى للمسطحات المائية الإستوائية نحو 23°م ، وفي المسطحات المائية المدارية نحو 8°م ، وفي المسطحات المائية الباردة في العروض الباردة نحو 3°م . (شكل ١٠) . ويتضح من دراسة منحنيات الحرارة التي توضح المدى الحرارى الفصلى للمياه السطحية بالمحيطات الجنوبية : أن كل منها يبدو على شكل منحنى مخروطي قمته تتمثل عند المسطحات المائية المدارية ذات المدى الحرارى المرتفع وتحتلر جوانب المنحنى صوب المسطحات المائية الإستوائية والقطبية ذات المدى الحرارى المنخفض .

ومن دراسة المنحنيات الحرارية للمياه على أعماق مختلفة ، يلاحظ أن القمة التي تمثل منحنيات أعظم درجات الحرارة خلال السنة تقل حداثتها بالتدريج حتى خط عمق ١٠٠ متر . ثم يتلاشى ظهور هذه القمة عند خط عمق ٢٠٠ متر . ففي المياه السطحية لخليج مونترى — بكاليفورنيا : يلاحظ أن أعظم الشهور حرارة تتمثل في شهر أغسطس ، وسبتمبر ، وأكتوبر ، وتمثل منحنياتها الحرارية قمة واضحة بالنسبة لحرارة المياه خلال بقية أشهر السنة الأخرى (شكل ١١-١) . ولكن تضع معلم هذه القمة الحرارية بالتاريخ في المياه السطحية من الخليج . فيتضح من دراسة الشكل الدابق للمنحنى الحرارى الشهري لمياه خليج مونترى ، أن القمة الحرارية للمياه تزال واضحة حتى خط عمق ٥٠٠م المتساوى . ثم يصبح من الصعب تمييز هذه القمة الحرارية عند خط عمق ١٠٠ متر المتساوى .

وقد دلت الدراسات التي أجريت في مياه خليج مونترى — بكاليفورنيا ، :



(شكل ١) الذي الحرارى المتوسطى للواء السطحية بالمحيطات المختارة، ونصبيها من الاشعاع شى

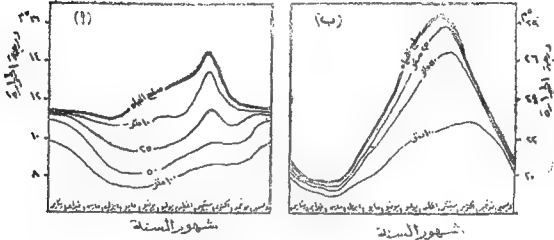
بأن الاختلافات الفصلية لدرجة حرارة المياه السطحية بالخليج تعزى أساساً إلى أثر فعل التيارات البحرية التي تدخل إلى مياه الخليج آتية من المحيط وتلك التي تخرج منه وتتجه صوب المحيط. هذا بالإضافة إلى ما تتعرض له مياه الخليج من حركات التوازن الرأسية Upwelling ، والاختلاف الفصلي لدرجة حرارة الهواء الملاصق لسطح مياه الخليج. وقد ميز سكوجزبرج Skogsberg (١) عام ١٩٣٦ ثلاث فترات فصلية مختلفة تتنوع فيها درجة حرارة المياه السطحية للخليج من فترة لأخرى وتشمل :

١- فترة تيار دافينا سون البارد : Period of the Davidson Current

وتمتد من منتصف نوفمبر إلى منتصف فبراير، وتعمل التيارات البحرية

1- Skogsberg, T., (Hydrography of Monterey Bay-California) Amer Phil. Soc. U. S., Vol. 29 (1936), 1-152.

خلال هذه الفترة على إنخفاض درجة حرارة المياه السطحية . (شكل ١١-أ)
ويبلغ المتوسط الشهري لدرجة حرارة المياه السطحية خلال هذه الفترة
نحو ١٩.٩° م .



(شكل ١١) المتوسط الشهري لدرجة حرارة المياه بخليج مونترى بكاليفورنيا (أ)
وخليج كورشيرو على الساحل الجنوبي الياباني (ب)

ب - فترة حركات التوازن الراسية للمياه : Period of Upwelling

تتمتد من منتصف فبراير إلى نهاية يوليو ، وترتفع خلال هذه الفترة
درجة حرارة المياه عن الفترة السابقة لها ، ويصبح المتوسط الشهري لدرجة
حرارة المياه السطحية خلال هذه الفترة نحو ١٢.٥° م .

ج - فترة المياه المحيطية : The Oceanic Period

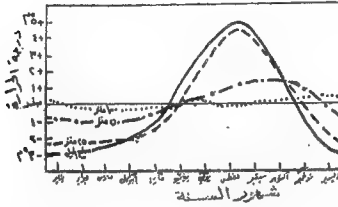
وتتمتد من بداية أغسطس إلى منتصف نوفمبر ، ويدخل الخليج خلال هذه
الفترة مياه محيطية دافئة نسبياً تعمل على رفع درجة حرارة المياه . ويبلغ
المتوسط الشهري لدرجة حرارة المياه السطحية خلال هذه الفترة نحو ١٣.٨° م .
وقد تبين من نتائج الدراسات الأقيانوغرافية التي أجريت في مياه خليج
كورشيرو Kuroshio بالمسطحات المائية الجنوبية للجزر اليابانية ، أن درجة
حرارة المياه السطحية لمياه الخليج تنخفض كثيراً في فصل الشتاء البارد (من)

نوفمبر إلى أبريل) ويصبح متوسطها الشهري نحو $٢٠,٧^{\circ}\text{C}$ أما في فصل الصيف (الذي يمتد من مايو إلى نهاية أكتوبر) ، فترتفع درجة حرارة المياه السطحية و يبلغ متوسطها الشهري خلال هذه الفترة نحو $٢٦,٩^{\circ}\text{C}$. (شكل ١١ ب) . وعلى ذلك يبدو المنحنى الحرارى للمياه السطحية بخليج كورشيو خلال أشهر السنة المختلفة على شكل قمة حرارية عظمى تتمثل رأسها في شهرى أغسطس وسبتمبر : إلا أن هذه القمة الحرارية تضعيع معالمها في المياه شبه السطحية حتى عمق ١٠٠ متر ثم تتلاشى نهائياً في الأعماق البعيدة بمياه الخليج .

وتعزى برودة المياه السطحية لخليج كورشيو خلال فصل الشتاء إلى برودة الهواء الملاصق لسطح المياه من ناحية ، وإلى أثر الرياح الشمالية الغربية الموسمية الباردة التي تهب من قلب آسيا وتخرج إلى المحيط من ناحية أخرى . ودرس هيلاند هانسن Helland Hansen (١) مياه خليج بسكاي وأثر عامل توصيل الحرارة وتأغلغلها في الأعماق المختلفة من الخليج . وقد وجد هانسن أن المتوسط الشهري لدرجة حرارة طبقة المياه السطحية في المنطقة ، عند دائرة عرض ٤٧° شمالاً والتقاءها بخط طول ١٢° غرباً ، قد ينخفض إلى -٣°C في الفترة من ديسمبر إلى مارس . بينما يرتفع المتوسط الشهري لدرجة حرارة المياه السطحية في فصل الصيف و يبلغ نحو $٤,٦^{\circ}\text{C}$ ومن ثم يظهر المنحنى الحرارى للمياه السطحية بخليج بسكاي خلال أشهر السنة المختلفة على شكل قمة حرارية عظمى تتمثل رأسها في نهاية شهر أغسطس (شكل ١٢) . وعلى عمق ٢٥ متر في نفس هذا الموقع يبلغ أقصى ارتفاع لحرارة المياه السفلية ثلاثة أسابيع متأخرة (أي في منتصف سبتمبر) عن طبقة المياه السطحية . (حيث تسخن المياه السطحية قبل أن تسخن المياه السفلية بنفس الدرجة تبعاً لسقوط الأشعة الشمسية على المياه السطحية أولاً) . وقد لاحظ هانسن كذلك أن درجات حرارة المياه تنخفض كلما تعمقنا في السفلية ، وبعدها تدريجياً عن سطح المياه . وعلى ذلك يقل المدى الحرارى

1- Helland-Hansen ' , (Physical oceanography and meteorology) ,
New York, 1920).

الفصل كثيراً في المياه السطحية حتى أنه يتلاشى تماماً على عمق ٣٠٠ متر من سطح مياه الخليج



(شكل ١٢) المتوسط الشهري لدرجات حرارة المياه بخليج بسكاى على أعماق مختلفة

وهناك علاقة كبيرة بين درجة حرارة المياه السطحية ، ودرجة حرارة الهواء الملاصق لها ، فكلما يؤثر في الآخر ويتأثر به وتبعاً لاختلاف درجة حرارة كل منهما ، فديتكون الضباب البحري Sea Fogs . وبغضم تكوين الضباب كذلك عندما يمر هواء ساخن رطب فوق سطح مياه باردة . ويجب أن تكون درجة حرارة المياه السطحية في هذه الحالة الأخيرة أقل من درجة حرارة نقطة الندى Dew point لكثلة الهواء الساخنة . فعندما يمر الهواء الساخن فوق سطح المياه الباردة قد تنخفض درجة حرارته إلى أقل من نقطة الندى ويتكون بذلك الضباب البحري ، . وحيث إن المدى الحرارى اليومى للمياه السطحية بالمحيطات يعد محدوداً ، فإن عملية تكوين الضباب البحري لا تتوقف على هذه الاختلافات فقط ، بقدر تأثرها بالرياح الشديدة الباردة ، وتقابل الكتل الهوائية المختلفة (والتي قد تصاحب التيارات البحرية السطحية الباردة والدفيئة) :

وذلك عندما يكون الهواء الخارج من القارات متجهاً إلى المحيطات أذناًسيماً من الهواء الملاصق لسطح مياه البحر . ويكثر تكوين الضباب البحري في العروض العليا صيفاً ، وخاصة فوق المسطحات المائية لمنطقة الجواند بانك Grand Bank بشمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية ، وأمام ساحل

جزيرة نيوفوند لاند، ويساعد تكوينه في هذه المنطقة مرور التيارات البحرية (تيار لبرادور البارد و تيار الخليج الدفئ) وما يصاحبهما من كتل هوائية مختلفة الخصائص، ثم تجمع هذه الكتل في منطقة الجراندي بانكس يؤدي إلى تكوين الضباب البحري. هذا إلى جانب أثر فعل تيار لبرادور البارد وما يتمثل فوق سطح مياهه من هواء بارد يسير محاذياً لساحل لبرادور الدفئ نسبياً، ومن ثم فعند خروج رياح من اليابس إلى البحر تساعد على تكوين الضباب : وتكرر نفس هذه الصور كذلك على طول سواحل جزر اليابان والسواحل الشرقية لإنجلترا .

ويتكون الضباب البحري على السواحل خاصة إذا كانت الرياح الدفينة الخارجة من اليابس ومتجهة إلى البحر قادرة على تقلب مياه البحر الباردة وتحدث مثل هذه الحالات على طول السواحل الغربية للقارات في العروض المدارية عندما تخرج الرياح التجارية من اليابس وتجهض صوب المحيط كهاهن الحال بالنسبة لسواحل كاليفورنيا والشمالي لساحل شيلي ، وساحل أنجولا في جنوب غرب أفريقية والساحل الغربي لإستراليا .

(ثانياً) ملوحة مياه البحار والمحيطات

تختلف الأملاح التي تتمثل بمياه البحار والمحيطات عن تلك بالمياه العذبة [فوق القشرة الأرضية . ذلك لأن الأولى تشكلت بظروف طبيعية وبيولوجية تختلف تماماً عن المياه العذبة للأنهار أو البحيرات . ودلت الدراسات على أن مياه الأنهار تختلف عن مياه البحار ليس فقط من حيث نسبة الملوحة بها ، (متوسط نسبة الملوحة في الأنهار ١٥ في الألف وفي البحار ٣٥ في الألف) ولكن تختلف كذلك من حيث التركيب الكيميائي لكل منهما . وعند تحليل الأملاح بمياه الأنهار وجد أنها تتركب من :-

| | |
|------------------|-----------|
| كربونات | ٠.٥٧,٨٠ % |
| سلفات : | ٠.١١,١ % |
| سليكات | ٠.٠٩,٩ % |
| ملح عادى | ٠.٢,٢ % |
| عناصر ومواد أخرى | ٠.١٨,٨ % |

وتعزى ملوحة مياه البحار والمجاط إلى وجود كلوريد الصوديوم وبعض الأملاح الأخرى عمياء البحر . ويمكن القول أنه يتمثل فى كل ١٠٠٠ جرام من مياه البحر نحو ٣٥ جرام من الأملاح المذابة . وقد أثبتت التحليلات الكيميائية لمياه البحر أن هذه النسبة من الأملاح تتألف من : -

| الأملاح | نسبة وجودها (جزء فى الألف) | |
|-------------------|-----------------------------|--------|
| كلوريد الصوديوم | Na Cl | ٢٧,٢١٣ |
| كلوريد الماغنسيوم | Mg Cl ₂ | ٣,٨٠٧ |
| سلفات الماغنسيوم | Mg SO ₄ | ١,٦٥٨ |
| سلفات الكالسيوم | Ca S ₄ | ١,٢٦٠ |
| سلفات البوتاسيوم | K SO ₄ | ٠,٨٦٢ |
| كربونات الكالسيوم | Ca CO ₃ | ٠,١٢٣ |
| بروميد الماغنسيوم | Mg Br ₂ | ٠,٠٧٦ |
| | | ٣٥,٠٠٠ |

إلى جانب هذه القائمة السابقة من الأملاح الرئيسة بمياه البحار والمحيطات هناك أنواع أخرى متنوعة ، إلا أنها أقل أهمية تبعاً لنسبتها البسيطة المحدودة جداً بالمياه . وعلى الرغم من أن نسبة الأملاح فى مياه البحر تختلف من مكان إلى آخر ، إلا أن نسبة وجود الأملاح الرئيسية السابقة بالمياه تظل كما هى دون تغيير . أى لو فرض أن نسبة كلوريد الصوديوم فى ١٠٠٠ جرام من مياه البحر انخفضت من نسبتها العادية ٢٧,٢١٣ فى الألف إلى نحو ٩,٠٧١ فى الألف فقط ، فإن نسب وجود جميع الأملاح الأخرى تنخفض كذلك بنفس الدرجة . فتصبح نسبة كلوريد الماغنسيوم ١,٢٦٠ فى الألف ، ونسبة سلفات

المغنيسيوم ٠.٥٥٢ في الألف ونسبة سلفات الكالسيوم ٠.٤٢٠ في الألف
وهكذا : (١)

وبينما تتألف أملاح البحار أساساً من الكلوريدات وخاصة كلوريد
الصوديوم . تتركب أملاح الأنهار أساساً من الكربونات وخاصة كربونات
الكالسيوم . ويرجع تناقص نسبة كربونات الكالسيوم بمياه البحار (على الرغم
من أن الأنهار تصب كميات كبيرة من هذه الكربونات فيها) (٢) إلى أن
بعض الكائنات البحرية المتنوعة مثل الأصداف والقواقع والمرجان تعمل على
استخلاص كربونات الكالسيوم (الجير) من المياه ، واستخدامها في بناء
قشورها وأصدافها . كما تمتص الدياتوم *Diatoms* كميات كبيرة من
السليكا الذائبة في مياه البحار وتستغلها في عملية بناء قشورها . وقد نجم عن
إنخفاض نسبة كربونات الكالسيوم ، لزيادة نسبة كلوريد الصوديوم بمياه
البحار والمحيطات ،

ويرجع الأستاذ سفردرب Sverdrup عام ١٩٦٢ (٣) أن ارتفاع نسبة
كلوريد الصوديوم بمياه البحار (٢٧ في الألف) وإنخفاض نسبة أملاح
البوتاسيوم (٠.٨ في الألف) تعزى إلى العوامل الآتية : -

١ - تعد الغازات المنبثقة مع المصهورات البركانية التي كانت تحدث خلال
العصور الجيولوجية المختلفة المصدر الرئيسي لوجود الكلور في مياه
البحر ،

ب - تعرض كميات كبيرة من غازات الكلور بالصخور البركانية
والمصهورات اللافاية فوق سطح الأرض ، للذوبان السريع . ومن ثم
إنخفضت نسبة وجود الكلور في صخور سطح الأرض بينما عظمت
كميته الذائبة في مياه البحار :

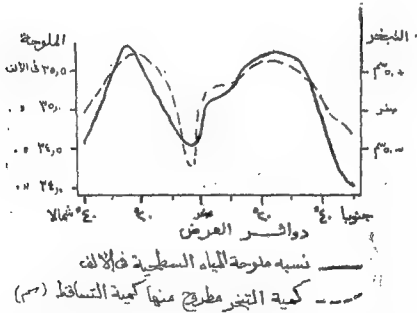
1- Lake, P., (Physical Geography), Cambridge, (19٦8), p. 145.

٢ - قدر الباحثون أن كمية أملاح الكالسيوم الذائبة والتي تصبها الأنهار
في البحار تبلغ نحو ٥,٤ × ٩١٠ كم ٣ .

3- Sverdrup, H. U., et al, (The oceans...), Prentice-Hall, (1952)p10

ج - ساعد وجود الجلوكونيت *glauconite* (تكوين كيميائي بمياه البحر، ويتركب من سليكات الألومنيوم أو المغنسيوم) على انخفاض نسبة وجود البوتاسيوم في مياه البحر تبعاً لامتصاصه له. ويكسب الجلوكونيت مياه البحر اللون الأخضر. وعندما يقال أن الرواسب المحيطية خضراء اللون، فمعنى هذا أن نسبة وجود الجلوكونيت فيها مرتفعة.

وتبلغ متوسط نسبة الملوحة في البحار المتسعة المفتوحة ٣٣ في الألف، وتقل النسبة عن ذلك بجوار مصبات الأنهار العظمى. بينما ترتفع نسبة الملوحة في البحار التي لا يصب فيها كميات كبيرة من مياه الأنهار أو التلاجات أو تلك التي يزيد فيها نسبة الفاقد من المياه بفعل التبخر عن المكتسب من المياه بفعل الأمطار الساقطة أو المياه الجارية. ولذا ترتفع نسبة الملوحة في البحر الأحمر إلى نحو ٤١ في الألف تبعاً لقلّة المياه المكتسبة وعظم المياه المفقودة بفعل التبخر (شكل ١٣) •



(شكل ١٢) العلاقة بين ملوحة المياه السطحية ودرجة التساقط عند دوائر عرض مختلفة

أهم العوامل التي تؤثر في ملوحة مياه البحار والمحيطات

يتضح مما سبق أن أهم العوامل التي تؤثر في ملوحة مياه البحار هي العلاقة بين كمية المياه المكتسبة (بواسطة الأمطار-التلج-المياه التي تصبها الأنهار...) وذلك التي تفقد من مياه البحر عن طريق التبخر. هذا إلى جانب أثر بعض العوامل الثانوية الأخرى مثل حركات التوازن الرأسية للمياه. وتشكيل المياه بفعل التيارات البحرية المختلفة .

(أ) فعل التبخر :

ترتفع نسبة الملوحة بالمسطحات المائية التي يزداد فيها فعل التبخر أو بمعنى آخر عندما تعظم كمية المياه المفقودة بفعل التبخر عن تلك المكتسبة بفعل التساقط . وتبعاً لاختلاف نصيب المسطحات المائية من كمية الأشعة الشمسية الساقطة عليها ومدى تعامد هذه الأشعة فوق المسطحات المائية ، اختلفت كمية المياه المفقودة بالتبخر من مسطح مائي إلى آخر . فتعظم كمية التبخر فوق المياه السطحية التي تقع في العروض المدارية فيما بين 20° - 25° شمالاً وجنوباً. ومن ثم تبلغ نسبة الملوحة هنا نحو 35.5 في الألف. وبالمسطحات المائية التي تقع فيما بين دائرتي عرض 38° - 50° شمالاً وجنوباً تقل كمية التبخر ، بل وتكاد تتعادل كمية المياه المفقودة بالتبخر مع تلك المكتسبة بفعل التساقط عند هذه العروض (شكل ١٣). وتبلغ متوسط حبة الملوحة هنا نحو 25 في الألف . أما بالنسبة بالمسطحات المائية التي تقع حول الدائرة الإستوائية فيقل بها كمية المياه المفقودة بالتبخر عن تلك المكتسبة من التساقط ، وعلى ذلك تنخفض نسبة ملوحة المياه السطحية هنا إلى نحو 34.50 في الألف .

(ب) كمية التساقط والمياه التي تصبها الأنهار الكبرى في البحار :

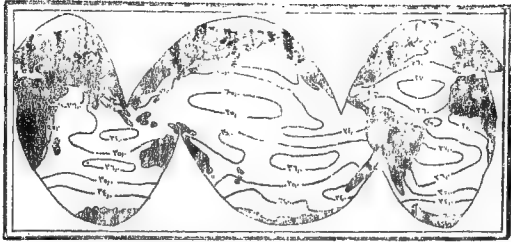
تتأثر نسبة الملوحة السطحية بالبحار تبعاً لعظم كمية التساقط . فإذا تعرضت المسطحات المائية لأطوار خريفة طول العام وبحيث كانت كمية المياه

المكتسبة من هذه الأمطار تفوق كمية المياه المفقودة بواسطة التبخر ، تنخفض نسبة الملوحة بالمياه . كما أن المياه الفيضانات النهرية وما تنصبه المجارى النهرية والعلاجات في البحر من مياه عذبة أو أقل ملوحة ، أثره الواضح في تشكيل نسبة الملوحة بمياه البحار خاصة أمام خط الساحل . ويظهر ذلك عند دراسة التوزيع الجغرافي لخطوط الملوحة المتساوية بالبحار والمحيطات (١) وأسباب تباينها من مسطح مائي إلى آخر . ومن دراسة خريطة خطوط الملوحة المتساوية للمياه السطحية بالبحار والمحيطات خلال فصل الصيف الشمالي (شكل ١٤) يتبين لنا الحقائق الآتية :-

١ - نقل نسبة الملوحة بالمسطحات المائية التي يعظم فوقها كمية الأمطار الساقطة : فحيث تبلغ كمية الأمطار السنوية الساقطة على الساحل الشمالي الغربي لأمريكا الشمالية فيما بين دائرتي عرض ٤٠° - ٥٠° شمالاً نحو ٩٠ بوصة ، تبلغ نسبة الملوحة بالمياه نحو ٣٢ في الألف - بينما على طول الساحل الشرقي لأمريكا الشمالية في نفس العروض تبلغ كمية الأمطار السنوية نحو ٦٥ بوصة وترتفع نسبة الملوحة بالمياه لنحو ٣٤ في الألف . وعلى طول ساحل غانة بأفريقية ، يتراوح كمية المطر السنوي من ٨١ - ١٠٠ بوصة ، وتراوح نسبة الملوحة بالمياه السطحية الساحلية من ٣٠ - ٣٣ في الألف .

٢ - ترتفع نسبة الملوحة بالمسطحات المائية التي تقل فوقها كمية الأمطار الساقطة . فحيث تقل كمية الأمطار السنوية الساقطة فوق المسطحات المائية للبحر الأحمر عن بوصة واحدة ترتفع نسبة الملوحة بهذه المياه إلى نحو ٤١ في الألف . وتبلغ نسبة الملوحة بالمياه الساحلية السطحية المجاورة لساحل غرب أستراليا نحو ٣٦,٣ في الألف ، وذلك تبعاً

١ - خطوط الملوحة المتساوية Isohalines ، هي عبارة عن خطوط لإنشائية تربط بين المسطحات المائية المختلفة (على أعماق متشابهة - سطحية - شبة سطحية - سفلية) التي تتساوى فيها نسبة الملوحة .



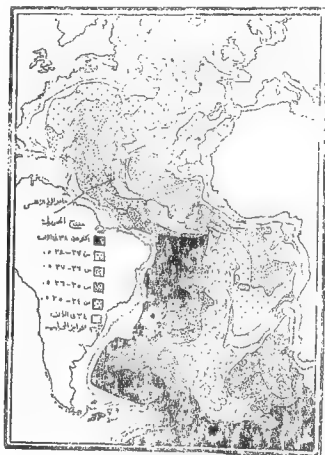
(شكل ١٤) خطوط الملوحة المتساوية للمياه السطحية خلال فصل الصيف (جزء في الألف)

لعموم الفاقد من مياه البحر بواسطة التبخر عن المكتسب من المياه بفعل الأمطار الساقطة .

٣ - على الرغم من لارتفاع درجة حرارة المسطحات المائية الإستوائية ، إلا أن نسبة الملوحة بها أقل من تلك في المسطحات المائية المدارية . ويزى ذلك إلى عظم سقوط الأمطار طول العام مما يقلل من كمية التبخر . وتراوح نسبة ملوحة المياه السطحية الإستوائية بالمحيط الهندي حول جزر إندونيسيا فيما بين ٣١-٣٣ في الألف .

٤ - يتبين أن أعظم المسطحات المائية ملوحة هي تلك التي تقع فيما بين دائرتي عرض ١٥°-٣٠° شمالاً وجنوباً . ويبلغ متوسط نسبة الملوحة بالمياه السطحية بالمحيط الهادي الشمالي فيما بين هذه العروض السابقة نحو ٣٥ في الألف . وتترفع نسبة الملوحة بالمياه السطحية المدارية بالمحيط الهادي الجنوبي عند هذه العروض السابقة ويبلغ نحو ٣٦ في الألف وأعمم المسطحات المائية ملوحة في المحيط الأطلسي الشمالي هي المياه السطحية المدارية التي تدهر بين ساحل أوربتانيا شرقاً ، وفلوريدا غرباً ، فيما بين دائرتي عرض ١٨° ، ٣٠° شمالاً وتبلغ نسبة الملوحة

بالمسطحات المائية هنا نحو ٣٧ في الألف . وتعتبر المسطحات المائية التي تقع أمام الساحل الشرقى للبرازيل أعظم المسطحات المائية ملوحة بالنصف الجنوبي من المحيط الأطلسي ، حيث تتراوح نسبة الملوحة بالمياه السطحية هنا فيما بين ٣٧-٣٨ في الألف (شكل ١٤) .



(شكل ١٥) اختلاف نسبة ملوحة المياه السطحية بالمحيط الاطلسي

تختلف نسبة الملوحة بشكل واضح أمام مصبات الأنهار الكبرى . حيث تتباين نسبة الملوحة بمياه البحر أمام مصبات نهر الأمازون نحو ١٥ في الألف (أى تشابه مياه الأنهار من حيث نسبة وجود الأملاح في المياه ، إلا أنها تختلف عنها من ناحية التركيب الكيميائى) ، وإذا بعدنا عن الساحل لمسافة ١٠ كم تزداد نسبة الملوحة بالمياه السطحية إلى فقط

نحو ٢٥ في الألف. وتكرر نفس الصورة أمام معظم مصبات أنهر العالم الكبرى مثل النيل ، والكنغو، والميسيسي، وإيراوادى. وتبلغ نسبة ملوحة المياه السطحية للبحر أمام مصب الكونغو نحو ٢٠ في الألف ثم تزيد إلى نحو ٣٠ في الألف على بعد ٢٥ كم من خط الساحل (شكل ١٥). وتبلغ نسبة ملوحة المياه السطحية للبحر أمام مصب نهر إيراوادى نحو ٢٠ في الألف :

وتختلف كمية الفاقد بفعل التبخر في المسطح المائي الواحد من فصل إلى آخر تبعاً لكمية الأشعة الشمسية الساقطة وطبيعة تعاملها على سطح مياه البحر من جهة ومواسم سقوط الأمطار فوق هذه المياه من جهة أخرى . فبالنسبة للمسطحات المائية في العروض المعتدلة تبين أن كمية التساقط تزداد في الشتاء والخريف ، ومن ثم تقل درجة التبخر خلال هذين الفصلين ، بينما تقل كمية التساقط في الصيف والربيع وبالتالي تزداد درجة التبخر في هذين الفصلين . ويؤثر هذا بدوره في تنوع نسبة الملوحة بالمياه السطحية خلال فصول السنة المختلفة .

ومن نتائج الدراسات التي أجريت بالمياه الساحلية في النصف الجنوبي من بحر الشمال تبين أن ملوحة المياه السطحية تشكل بواسطة تيارات مياه المحيط الأطلسي الأكثر ملوحة . وتتجدد هذه التيارات (متوسط نسبة ملوحتها ٣٥,٣٠ في الألف) المائية الآتية من المحيط الأطلسي إلى بحر الشمال عن طريق القنال الإنجليزي جنوباً ، والمعابر المائية حول جزر أوركني شمالاً. وتعمل هذه المياه الأكثر ملوحة على تشكيل مياه بحر الشمال الأقل ملوحة . ويعزى سبب انخفاض نسبة ملوحة مياه بحر الشمال إلى عظم كمية المياه العذبة التي تصبها الأنهار الكبرى (التيمنز ، والهمبر ، والرين ، والإمز) ، بالإضافة إلى المياه العذبة التي إلى بحر البلطيق بعد ذوبان الجليد المتجمع فوق المرتفعات

الساحلية . ومن ثم كانت المياه التي يكتسبها بحر الشمال أعظم كمية من تلك التي يفقدها بالتبخر .

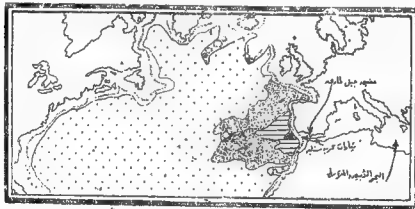
ومن أحسن الأمثلة التي توضح العلاقة بين أثر فعل التبخر ونسبة الملوحة بمياه البحار ، ما يلاحظ عند دراسة الخصائص الطبيعية لمياه البحر الأبيض المتوسط . فتنشكّل المياه السطحية في هذا البحر بظروف طبيعية خاصة تلخص فيما يلي : -

أ - كمية التساقط المحدودة .

ب - كمية المياه المكتسبة من الأنهار لا تغطي الفاقد من مياه البحر .

ج - عظم فعل التبخر تبعاً لسقوط أشعة الشمس القوية فوق سطح المياه .

ومن ثم ترتفع نسبة الملوحة بالمياه السطحية لهذا البحر ، وتنتجه مياه المحيط الأطلسي عبر مضيق جبل طارق إلى البحر الأبيض المتوسط على شكل تيارات مائية سطحية أقل ملوحة وكثافة من مياه البحر نفسه . بينما تخرج



من ٣٦-٣٠ في ألف

أكثر من ٣٧ في ألف

من ٣٠-٣٦

من ٣٧-٣٠

المحيط الهندي المتوسط

(شكل ١٦) أثر التيارات السطحية بالبحر الأبيض المتوسط في تعديل ملوحة المياه

بالمحيط الأطلسي الشمال

مياه البحر الأبيض المتوسط عبر هذا المضيق السابق إلى المحيط الأطلسي على شكل تيارات مائية سفلية أعظم ملوحة وكثافة من مياه المحيط الأطلسي . وقد ساهمت هذه التيارات السفلية الأخيرة على تشكيل نسبة ملوحة مياه المحيط الأطلسي ، حيث ترتفع نسبة ملوحة مياه المحيط بالقرب من مضيق جبل طارق وتقل كلما اتجهنا غرباً ، وبعدت كتل المياه عن تأثير التيارات السفلية التي تخرج من البحر الأبيض المتوسط (شكل ١٦) .

أما مياه البحر الأسود فتصيرها من المياه المكونة من التساقط ومحارري الأنهار التي تصب في البحر يفوق ما يفقده البحر من مياه بفعل التبخر . ومن ثم تتميز المياه السطحية بانخفاض نسبة ملوحتها (تتراوح من ١٧-٢٥ في الألف ، يؤثر ذلك في المياه السفلية التي تكاد تكون على شكل طبقات مائية ثابتة ، ويندر أن يحدث فيها حركات توازن رأسية لمياه البحر . ولذا تقل كمية الأكسجين في المياه السفلية للبحر الأسود .

هذا ويمكن تعيين درجة الملوحة بمياه البحر عن طريق استخدام نترات الفضة ومعايرة مياه البحر بها . وهناك مياه قياسية Normal water معبأة في أنبولات خاصة وتستخدم هذه المياه القياسية لمعايرة مياه البحر . وتبعاً لدراسات «ندسن» وتعيينه الكمية الهلوجينية تمكن تعيين الملوحة باستخدام المعادلة الآتية :-

$$\text{الملوحة} = ٠,٠٣ + ١,٨٠٥٠ \times \text{الهالوجينية} .$$

ومن ثم يتضح أن تعيين نسبة الكلور في مياه البحر هامة جداً ذلك لوجود علاقة ثابتة بين نسبته وباقي الأملاح في مياه البحر كما أشرنا من قبل وعلى ذلك من معرفة نسبة الكلوريد في الماء يمكن حساب نسبة الملوحة كما يلي :-

$$\text{الملوحة} = ١,٨٠٥٠ - \text{نسبة الكلوريدات في الماء} + ٠,٠٣ .$$

(ثالثاً) اختلاف كمية الأكسجين في مياه البحار والمحيطات

يعد وجود الأكسجين في مياه البحار والمحيطات ذات أهمية كبرى ليس فقط لأنه يمثل أهم العوامل التي تساعد على تنشيط الكائنات البحرية، خاصة الدقيقة منها (مثل الدياتوم والفلورامينفرا)، ولكن كذلك لأنه عبارة عن مؤشر واضحاً يرمز إلى طبيعة حركة المياه في البحار والمحيطات، وتحديد مدى خصوبتها، والكائنات البحرية التي قد تعيش فيها. من ثم يعتبر كل من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من أهم الغازات المذابة بمياه البحار، هذا على الرغم من أن كمية الأكسجين المذابة في المياه أقل بكثير من تلك التي تتمثل في الغلاف الجوي، فبينما تبلغ في الماء نحو ٩ مليلتر في اللتر، تبلغ في الجو نحو ٢٠٠ مليلتر في اللتر. (١)

ويتضح من الدراسات التي أجريت في مياه المحيط الأطلسي الشمالي أن كمية الأكسجين تزداد في المياه الواقعة بالعروض العليا، وخاصة عند عمق ٣٥٠ متر حيث تبلغ هنا نحو ٦,٢٨ مليلتر في اللتر الواحد. بينما تقل كمية الأكسجين بمياه المحيط الأطلسي في العروض الدنيا حيث يبلغ المتوسط هنا نحو ٥,٣٠ مليلتر/لتر. ويوضح الجدول الآتي كمية الأكسجين بمياه المحيط الأطلسي عند دوائر عرض مختلفة وعلى أعماق مختلفة كذلك. (مليلتر/لتر).

الأكسجين المذاب في مياه البحر مصدره الأساسي هو الهواء الملامس لسطح البحر وكذلك من تحلل بعض النباتات والأعشاب البحرية. وتنفس الأسماك هي طريق أستخلاص الأكسجين من مياه البحر بواسطة خياشمها وتستطيع الأسماك أن تعيش في مياه قليلة الأكسجين حيث إن احتياجاتها التنفسية أقل بكثير جداً من احتياجات الكائنات الحية التي تعيش على اليابس. ذلك لأن الأسماك لا تتأثر كثيراً بالغازية الأرضية كما أنها لا تبذل جهداً كبيراً في حفظ درجة حرارة أجسامها ثابتة. فدرجة حرارة جسم الأسماك تتساوى تلقائياً مع درجة حرارة المياه التي تعيش فيها تلك الأسماك. ولكن إذا كان التغير في درجة حرارة المياه فجائياً وسريعاً فإن السمك في هذه الحالة يذبل ويموت.

كمية الأكسجين بالمياه عند مواقع مختلفة

| دائرة | | عرض | | خط طول | | الإحداثيات (متر) |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| ج ٥٠٢٧ | ش ١٩٣٣ | ش ١٩٣٧ | ج ٥٨٣٧ | ش ١٩٣٧ | ج ٥٨٣٧ | |
| ٤٠١٤ غ | ٦٨٤٨ غ | ٢٧٢٧ غ | ٤٠١٠ غ | ٢٣٤٠ ش | ١٤٤١ ش | ٢٠٠٠ |
| ٦٣٠ | ٦٠٨ | ٥٠٧ | ٤٧١ | ٢٥ | ٦٨ | ٢٥٠٠ |
| ٦٢٦ | ٦٠٤ | ٥٣٠ | ٥٥٣ | ٩٣ | ٥١ | ٣٠٠٠ |
| ٦١٧ | ٥٩٩ | ٥٢٧ | ٥٦٥ | ٠٢ | ٨٩ | ٣٥٠٠ |
| ٦٢٨ | ٦٠٣ | ٥٣٢ | ٥٤٨ | ٩٢ | ٨٩ | ٤٠٠٠ |
| ٦٣٤ | ٦١٢ | ٥٤٨ | ٤٨٨ | ٨٠ | ١٤ | |

وبلاحظ كذلك أن كمية الأكسجين بمياه المحيط الأطلسي في نصفه الشمالي والجنوبي على عمق ٣٠٠٠ متر من سطح المياه أعلى من كمية الأكسجين بالمياه شبه القطبية على عمق ٢٠٠٠ متر . ويعزى ذلك إلى عظم حركات التقلب الرأسية بالمياه ، وتأثر المياه السفلية بالكتل المائية المختلفة والتي تعمل على تجديد طبقات المياه : (١)

يتضح من هذا العرض أن مياه المحيط شبه السفلية تتجدد باستمرار ؛

والخياشيم توجد في غرف متماثلة على جانبي جسم السمكة خلف رأسها مباشرة . ويمر الماء المتدفق عبر الخياشيم من الفم إلى البلعوم ويخرج ثانياً عندما يفتح الغطاء الغشوي . وفي الأسماك ذات الهيكل الغضروفي مثل القروش تنصل الخياشيم مباشرة بالخارج عن طريق خمسة أو ستة شقوق عرضية . ويموت السمك خنقاً *Asphyxiation* عند تركه المياه ، ووجوده في الجو على الرغم من وفرة الأكسجين ، فالهواء يخفف جدران الخياشيم التي تصبح غير قادرة على نأدية وظيفتها . أما الكابوريا (أبو جملبو) *Crabs* وجردان البحر *Lobsters* فيمكنهما البقاء لفترة طويلة خارج مياه البحر تبعاً لقوة خياشيمها وقايتها ، وأنها لا تخف بسرعة كما هو الحال بالنسبة للأسماك .

1 - King, C. A. M., (Oceanography for geographers) London, 1962.]

وعند ثلثيها ترتفع بها كمية الأكسجين ، ولكن في الأعماق البعيدة (أعمق من ٦٠٠٠ متر) تنخفض كمية الأكسجين كثيراً ، ومن ثم تتمدد الكائنات البحرية هنا على الأيدروجين الذائب في المياه والذي يتحلل من قشور بعض الكائنات البحرية الأخرى .

وفي بعض البحار التي تقل في مياهها حدوث حركات الانقلاب أو التوازن الرأسية ، تنخفض كمية الأكسجين بالمياه كثيراً عن كميته بالطبقات السطحية للمياه . فعند مدخل خليج كاليفورنيا تبين أن حرارة المياه السطحية تبلغ نحو ٢٣,٧٨ م° ، وترتفع هنا نسبة الملوحة إلى نحو ٣٤,٨٨ في الألف وتبلغ كمية الأكسجين بالمياه نحو ٥,٠٦ مليلتر في اللتر . وعند عمق ٢٠٠ متر فقط من سطح المياه تنخفض حرارة المياه إلى ١١,٥٠ م° ، وترتفع نسبة الملوحة بها إلى ٣٥,٧٥ في الألف ، بينما تقل كمية الأكسجين بالمياه ولا تزيد عن ٠,١٦ مليلتر في اللتر .

وعلى ذلك يتضح أن درجة حرارة مياه الخليج تنخفض كلما تغلغلنا في المياه شبه السفلية ، وتقل كذلك كمية الأكسجين بالمياه حتى عمق ١٥٠٠ متر . ويعزى ذلك إلى قلة تعرض مياه الخليج لحركات الانقلاب الرأسية . ولكن فيما بعد عمق ٢٠٠ متر من سطح مياه الخليج تبدأ كمية الأكسجين بالمياه في الزيادة التدريجية حيث تبلغ هنا نحو ١,٨٤ مليلتر في اللتر الواحد . وعلى عمق ٢٥٠٠ متر تبلغ نحو ٢,٣٥ مليلتر في اللتر الواحد . ويرجع ذلك إلى أثر التيارات البحرية والكتل المائية السفلية التي تدخل الخليج آتية من مياه المحيط الهادئ المجاور . ويوضح الجدول الآتي بعض الخصائص الطبيعية للمياه عند مدخل خليج كاليفورنيا . (٢٠,٠٠ م° شمالاً ، ١٦,١٠٨ م° غرباً) . (١)

1- Sverdrup, H. U., (The Oceans, ..) Prentice-Hall, Inc., 1962.

| الأعماق بالمتر | درجة الحرارة (°م) | نسبة الملوحة (جزء في الألف) | كمية الأكسجين (ملياًتر / لتر) |
|----------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| سطح الماء | ٢٣,٧٨ | ٣٤,٨٨ | ٥,٠٦ |
| ٢٥ | ٢٢,٠٠ | ٣٥,٠٢ | ٥,٢٠ |
| ٢٠٠ | ١١,٥٠ | ٢٥,٧٥ | ٠,١٦ |
| ٤٠٠ | ٨,٧١ | ٣٥,٥٥ | ٠,١٠ |
| ٨٠٠ | ٦,٦٩ | ٣٥,٥٢ | ٠,٠٧ |
| ١٥٠٠ | ٣,١٠ | ٣٥,٥٨ | ١,٠١ |
| ٢٠٠٠ | ٢,٢١ | ٣٥,٦٣ | ١,٨٤ |
| ٢٥٠٠ | ١,٨٥ | ٣٥,٦٦ | ٢,٣٥ |

(رابعاً) كثافة مياه البحار والمحيطات

تشكل كثافة المياه تبعاً لاختلاف كل من درجة الحرارة نسبة الملوحة بالمياه والضغط الواقع عليها (أى اختلاف عمق المياه) . ومن ثم فإن العوامل التي تؤثر في تغيير هذه الخصائص تؤثر بدورها في تنوع كثافة المياه . ولما كانت درجة حرارة المياه تختلف من مسطح مائي إلى آخر بل وتختلف في المسطح المائي الواحد على الأعماق المختلفة ، فإن كثافة مياه البحار تختلف بالكتل المائية أفقياً ورأسياً كذلك . ونحسب الكثافة بالجرام لكل سنتيمتر^٣ مكعب :

ويمكن القول بأنه ينجم عن انخفاض درجة حرارة مياه البحر ، ولزيادة كمية التساقط والمياه التي تصبها الأنهار ، أو بمعنى آخر انخفاض نسبة الملوحة بالمياه أن تقل كثافة مياه البحر . بينما ينجم عن ارتفاع درجة حرارة مياه البحر ، وتوالي عمليات التبخر الشديدة أى ارتفاع نسبة الملوحة لزيادة

كثافة مياه البحر (١) ^٣. وإذا كانت المياه السطحية بالبحار أعظم كثافة من المياه التي تقع أسفلها ، فينجم عن ذلك حدوث تيارات رأسية بالمياه تنجده من أعلى إلى أسفل ، أى تنجده المياه الأعظم كثافة أسفل المياه الأقل كثافة . ومن ثم فإن المياه بالطبقات السفلية من المحيط تتميز بعظم كثافتها عن المياه السطحية . ولكن لا يرجع عظم كثافة المياه السفلية هنا إلى إرتفاع درجة حرارتها بل ترجع أساساً إلى إرتفاع نسبة الملوحة بها وعلى ذلك فإن منحنى الكثافة بمياه البحار هو عبارة عن العلاقة المتبادلة بين كل من درجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها في الأعماق المختلفة .

وقد تبين أن متوسط درجة كثافة المياه السطحية للمحيط تبلغ نحو ١,٠٢٥٠ جرام لكل سم^٣ ، وعند عمق ٨٠٠ متر من سطح الماء ترتفع كثافة مياه البحر إلى نحو ١,٠٢٨٠ جرام /سم^٣ . وتزيد الكثافة كلما تعمقنا في المياه البعيدة حتى تصل كثافة المياه عند عمق ٢٠٠٠ متر نحو ١,٠٢٩٠ جرام لكل سم^٣ .

وقد تبين من نتائج الدراسات الأقيانوغرافية المختلفة أن درجة حرارة المياه السطحية بالمسطحات المائية الإستوائية مرتفعة دوماً ، ومع ذلك فإن كثافة المياه بها (حتى في المسطحات المائية التي ترتفع بها نسبة الملوحة) ، تعد محدودة نسبياً . ويعزى ذلك إلى أن التيارات الصاعدة وحركات التقلب الرأسية في المسطحات المائية الإستوائية لا تغفل إلى الأعماق البعيدة ، بل تحدث في طبقة مائية سطحية محدودة السمك . أما في المسطحات المائية البحرية التي يعظم فيها حركات التقلب الرأسية للمياه ، فتغفل المياه الأعظم كثافة صوب الأعماق البعيدة . وتصل المياه السطحية الأعظم كثافة إلى الأعماق البعيدة بالمحيطين التاليين هما :

(١) للدراسة التفصيلية فيما يتعلق بكثافة المياه راجع موضوع الكتل المائية في البحار والمحيطات بهذا الكتاب ص ١٧٥ .

أ - ارتفاع نسبة الملوحة بالمياة السطحية . ثم عند تعرضها للبرودة التدريجية تتغلغل المياه إلى أسفل المياه الأقل منها ملوحة . ويلاحظ عندما تتجه المياه إلى أسفل على شكل تيارات مائية تفقد حرارتها ببطء تبعاً للضغط الواقع عليها . وهذا ما يعرف باسم Adiabatic Cooling ومن أحسن أمثلة ذلك ما يحدث لمياه تيار الخليج الدفئ عندما يقترب من جزيرة فيوفونديلاند . حيث تبرد المياه بالتدريج ثم تتغلغل صوب الأعماق البعيدة تبعاً لارتفاع نسبة الملوحة بها .

ب - انخفاض درجة حرارة المياه السطحية ، كما يحدث ذلك عند بداية فصل الشتاء بالمسطحات المائية القطبية حيث تتعرض المياه السطحية للتجمد ، وتغلغل المياه الباردة إلى أسفل المياه السفلية التي تكون أدفء منه نسبياً . ونتيجة لتكوين الكتل الجليدية والجليد البحري بالمياه ، ترتفع كذلك نسبة الملوحة بالمياه الباردة التي لم تتجمد بعد . ومن ثم يعظم حركة هبوطها إلى أسفل تبعاً لبرودتها من ناحية وارتفاع نسبة ملوحتها من ناحية أخرى .

١١ (خامساً) : اختلاف ألوان مياه البحار والمحيطات

على الرغم من أن الماء النقي لالون له ، إلا أن مياه البحار والمحيطات تبدو في الطبيعة بألوان مختلفة . ففي البحار العميقة المفتوحة Open Oceans خاصة العروض الوسطى والسفلى ، كثيراً ما تظهر مياه البحر باللون الأزرق ، بينما تظهر مياه البحر الساحلية باللون الأخضر . وتشكل مياه البحر باللون البني الذي يميل إلى الحمرة أمام مصبات الأنهار الكبرى وتختلف ألوان مياه البحر من مسطح مائي إلى آخر ، أما تبعاً للخصائص الطبيعية والكيميائية للمياه أو تبعاً لنوع الكائنات البحرية التي تعيش فيها ، أو نتيجة لآثار كليهما معاً . ويمكن أن نلخص أهم العوامل التي تشكل مياه البحار بألوان مختلفة فيما يلي :-

أ - تغلغل أشعة الشمس الضوئية في مياه البحر ، واختلاف أنواعها تبعاً

لأعماق المياه^١. فتنتشر الأشعة الضوئية الحمراء بالمياه السطحية ، بينما تتغلغل الأشعة البرتقالية فالصفراء فالخضراء في مياه البحر شبه السطحية بالترتيب :

ب - تنوع المواد غير العضوية العالقة ، وتلك المذابة بمياه البحر .

ح - تكوين الشعاب المرجانية ببعض المسطحات المائية الضحلة ، فتضيف إلى مياه البحر اللونين الأزرق والداكن والأزرق الذى يميل إلى البياض.

د - تؤثر الطحالب البحرية في تشكيل ألوان مياه البحر ، فقد تبين أن المياه البنية اللون التى تميل إلى الحمرة بكل من البحر الأحمر وبحر مِيلْيُون Vermillion Sea بخليج كاليفورنيا ، تعزى إلى انتشار الطحالب الحمراء المعروفة باسم *Trichodesmium Erythraeum* . كما تعمل الطحالب الأخرى المعروفة باسم *Anabaena* أنابيبنا على صبغ مياه البحر باللون الأزرق الداكن (١).

هـ - تساهم كائنات الدياتوم *Diatoms* والدينوفلاجلاتس *Dinoflagellates* على تشكيل مياه البحر باللون الأخضر :

و - عندما تنتشر كائنات الكوكوليثوفورس *Coccolithophores* بالمياه ، تعمل هذه الكائنات على انتشار الزبد الأبيض الذى يعد من أهم الدلائل على وجود أسراب السردين بالمياه . أما إذا قل انتشار كائنات الفيتو بلاكتون والزو بلاكتون بمياه البحر ، فتشكل مياه البحر باللون الأزرق الصاف ، كما هو الحال في بحر سرجاسو *Sargasso Sea* ، ولذلك يقال أن المياه الزرقاء هى من خصائص المياه الصحراوية القاحلة

1- Sverdrup., H. U. et al, (The oceans) ... Prentice-Hall, 1962, 88 - 89 and 783 - 784.

بالبحر » (Blue is the clearest colour of the sea) « وقد ساهمت
كائنات الزوبلانكتون والفيتبلاكتون على تشكيل ألوان المياه السطحية
ببحر الشمال ، وميزت بين لون كل من نصفيه الشمالى والجنوبى (١) . ٢

(سادسا) التكوينات الجليدية بمياه البحار والمحيطات

تنوع أشكال التكوينات الجليدية بمياه البحار والمحيطات تبعاً لظروف
تكوينها ونشأتها ، ويمكن تصنيفها تبعاً لمصدرها إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

١ - الجليد البحرى : Sea-Ice . وهو عبارة عن الغطاءات الجليدية التى
تتكون فوق أسطح مياه البحر عندما تنخفض درجة حرارة المياه عن
نقطة التجمد الخاصة بها . (تختلف نقطة تجمد المياه تبعاً لنسبة الملوحة بها) .

ب - الجبال الجليدية الطافية : Ice-bergs : وهى عبارة عن كتل جليدية
على شكل جبال تطفو بالمياه . ويظهر منها فوق سطح المياه نحو $\frac{1}{10}$
حجمها بينما ينغمر بقية كتلتها ($\frac{9}{10}$ حجمها) أسفل سطح مياه
البحر . وتنشأ هذه الجبال الجليدية فوق اليابس فى البداية ، وقد تكون
جزء من التلججات أو الغطاءات الجليدية العظمى . وعندما ينساب
الجليد من المنحدرات العليا إلى المنحدرات السفلى قد يجرد طريقه
فى النهاية الى البحر المجاور . ومن ثم تتزلق كتل التلججات
الى مياه البحر على شكل جبال جليدية طافية تدفعها التيارات البحرية
والأمواج والرياح من موقع إلى آخر .

(١) الجليد البحرى

يتكون الجليد البحرى بأشكال مختلفة حيث يبدو بعضه على شكل غطاء
رقيق السمك (بضعة سنتيمترات) متماسك الأجزاء ، بينما يبدو بعضه الآخر

1- King, C. A. M., (Oceanography for geographers), London, 1962
p. 264 - 388.

على شكل غطاء عظيم السمك (بضعة أمتار) مقسم بواسطة شقوق غير منتظمة الشكل يتراوح إتساع فتحاتها من ٢-٥٠ متر . وتساعد العوامل المختلفة الآتية على تنوع أشكال الجليد البحرى : -

١ - الموقع الجغرافى الذى تكون فيه الجليد البحرى ، ومدى بعد هذا الموقع عن المسطحات المائية القطبية الباردة .

ب - الظروف المختلفة التى ساعدت على تكوينه (مثل درجة حرارة المياه الباردة) وتلك التى أثرت فى تشكيل مظهره العام وطوقانه . (التيارات البحرية - الأمواج - الرياح - الكتل المائية) .

ج - طول الفترة الزمنية التى يتكون الجليد البحرى خلالها (قد تكون عدة أيام أو عدة أشهر) .

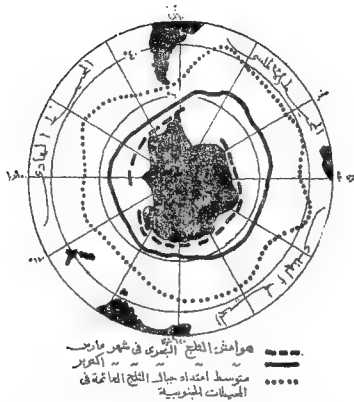
وعلى الرغم من أن المياه تتجمد عند درجة صفر مئوية إلا أن مياه البحر قد تتجمد عند درجات حرارة متفاوتة تبعاً لنسبة الملوحة بها . فإذا كانت نسبة الملوحة بمياه البحر تبلغ ٣٥ فى الألف ، فتتجمد المياه هنا عند درجة حرارة -١,٩°م وهنا يظهر الجليد البحرى على شكل غطاء رقيق السمك فوق سطح مياه لبحر ، ثم يزداد سمكه بالتدريج من أعلى إلى أسفل ، طالما ظلت درجة حرارة مياه البحر دون نقطة تجمد المياه . (١) وإذا كانت درجة حرارة المياه باردة ، ونفرض مثلاً -٥°م ، فإن الجليد البحرى يعظم تكوينه ، ويظهر على شكل غطاء يبلغ متوسط سمكه ٦٠ سم فى خلال مدة لاتزيد عن ثلاثة أشهر من بداية نشوئه . أما إذا كانت درجة حرارة المياه باردة جداً (-٢٠°م) وظلت كذلك لمدة ثلاثة أشهر ، فيمتد الجليد البحرى فى هذه الحالة على شكل غطاءات واسعة الأمتداد ويتراوح متوسط سمكه من متر واحد إلى مترين :

1- King, G. A. M., (Oceanography for geographers), London 1962, 110 - 113,

ويعرف الجليد البحرى بالمياه القطبية الباردة حول سواحل قارة أنتاركتيكا باسم الجليد البحرى الطاقى Prec Ice حيث تعمل الأمواج والتيارات البحرية والرياح على دفع الغطاءات الجليدية المكسرة مسافات بعيدة عن مراكز تكوينها الأصلية. وقد يبدو الجليد انطافى على أشكال غير منتظمة الشكل (قد تكون دائرية - أو قرصية - أو سداسية الشكل)، إلا أن أسطحها متساوية كما أن جوانبها قد تكون مهشمة. وقد درس الباحث برنيك Brennecke, 1921 (١) إندفاع الجليد البحرى بواسطة الرياح والتيارات البحرية فى بحر وادال . أوضح أن اتجاه إندفاع الجليد البحرى يكون غالباً على امتداد زاوية قدرها ٣٤° من اتجاه الرياح السائدة ، وليس ٤٥° كما رجح إكمان Ekman من قبل . ويشكل طبيعة امتداد الجليد البحرى ما قد يعترض مسلكه من كتل جليدية عظمى أو جبال جليدية طافية أو حدوث إنخفاضات جوية تغير من اتجاه الرياح التى كانت سائدة

ونجح الباحثون اليوم ، فى تحديد التوزيع الجغرافى للجليد البحرى بالمياه القطبية الجنوبية ، ومعرفة اختلاف أبعادها خلال أشهر السنة المختلفة (شكل ١٧) . وأوضح ماكينتوش وهيردمان Mackintosh and Herdman (٢) عام ١٩٤٠ أن الأبعاد الهامشية للجليد البحرى خلال شهر مارس لا تتعدى ٥٠ ميلاً عن سواحل قارة أنتاركتيكا ، بينما فى شهر أكتوبر ، يتقدم الجليد البحرى صوب البحر المجاور وتدفعه التيارات البحرية والرياح ويصل إمتداده إلى دائرة عرض ٥٦° جنوباً فى المحيطين الأطلسى والهندي ، بينما لا يندفع أبعد من دائرة عرض ٦٣° جنوباً فى المحيط الهادى (شكل ١٧) .

- 1- Brennecke, W., (Die Ozeanographischen Arbeiten der Deutschen Antarktischen Expedition - 1911 - 1912). Deutsche - Seewarte, Archiv, Bd, 39, Nr. I
- 2- Mackintosh, N. A and Herdman, H. E. P., (Distribution of the pack-ice in the Southern Ocean), Discovery Reports, V.19., 285 - 296. Cambridge Univ. Press.



(شكل ١٧) التوزيع الجغرافي لامتداد الجبال البحرية و الجبال الجليدية العامة
بالمحيطات القطبية الجنوبية

(ب) الجبال الجليدية الطافية

تختلف أشكال الجبال الجليدية الطافية في المسطحات المائية بنصف الكرة
الشمالي عن تلك التي تمثل بنصف الكرة الجنوبي ، ويعزى ذلك إلى أن
مصدر هذه الجبال الجليدية في المسطحات المائية الأولى هو التلج الجليدية
العظمى التي تنكسر كتلها الجليدية المضروسة السطح على طول فتحات الشقوق
Cravasses ، بينما تمثل الجبال الجليدية في المسطحات المائية أجزاء
منفصلة عن الغطاءات الجليدية العظمى المستوية السطح نسبياً والتي تتكون
[فوق قارة أنتاركتيكا :

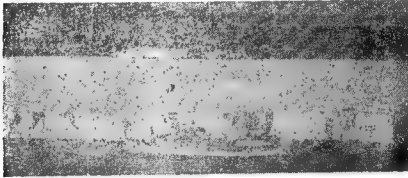
وتتميز الجبال الجليدية الطافية بالمسطحات المائية في محيطات النصف الشمالي من الكرة الأرضية ، بكونها صغيرة الحجم ، غير منتظمة الشكل ، قد تبدو مقطوعة بواسطة الشقوق الجليدية . وتقل هذه الجبال الجليدية حجماً كلما اتجهت في مساراتها صوب العروض المعتدلة . وتتمثل أعظم مراكز تكوينها في جرينلاند ، وفرانز جوزيف لاند Franz-Josef-Land ونوفايانز ميليا Novaya Zemya وعندما تقترب ألسنة التلajات من السواحل الشمالية الغربية والجنوبية الشرقية لجرينلاند ، تنزلت على شكل جبال جليدية طافية في مياه المحيط . (١) يتنغمز هذه الجبال الجليدية في المياه بحيث لا يظهر منها فوق سطح المياه سوى ١١٪ من حجمها تقريباً . ويعمل تيار شرق جرينلاند وتيار لبرادور على دفع هذه الجبال الجليدية نحو الجنوب إلى أن تتجمع جبال الجليد على شكل سلسلة أولية متقطعة تتألف من الجبال الجليدية الطافية وتمر خلال ممرها المشهور باسم «بوابة الجبال الجليدية» الذي يقع إلى الشرق مباشرة من حوض الجراوندبانك ، فيما بين دائرتي عرض ٤٣° - ٤٧° شمالاً . وتقل الجبال الجليدية حجماً كلما بعدت عن مناطق نشأتها في الشمال إلى أن تتلاشى تقريباً عندما تصل دائرة عرض ٢٦° شمالاً . ويختلف حجم هذه الجبال الجليدية وعدد مجموعاتها من عام إلى آخر تبعاً لظروف تكوين نشأة التلajات والغطاءات الجليدية فوق جرينلاند .

أما في المسطحات المحيطية بنصف الكرة الجنوبي ، فتميز الجبال الجليدية الطافية بعظم حجمها . وقد تبدو على شكل جبال جليدية عظيمة الارتفاع ، منتظمة الشكل ، تطفو فوق سطح الماء . وغالباً ما تكون أعاليها مستوية السطح . وقد لوحظ أن بعض الجبال الجليدية تبدو على شكل سلسلة جبلية متصلة بعضها ببعض الآخر وقد يبلغ طولها نحو ٦٠ ميلاً (١) . إلا أن المتوسط العام لطول هذه الجبال الجليدية في المياه المحيطية بنصف الكرة الجنوبي يتراوح من ٢ - ٤ ميل .

1- Smith, E. H., (Ice in the sea) Nat. Research Council. Bull. No. 83 (1932) Washington, D. C.

بينما يتراوح إرتفاعها من ٢٠-٤٠م فوق سطح الماء (لوحة ١٥).

وتعد الغطاءات الجليدية العظمى التي تتجمع فوق قارة أنتارتيكا المصدر الرئيسى لهذه الجبال الجليدية الطافية بالمياه المحيطية في نصف الكرة الجنوبي . ويختلف عدد مجموعات الجبال الجليدية الطافية من عام إلى آخر. وقد تبين أن أعظم سنوات تجمعها وطوفانها بمياه المحيطات الجنوبية كانت خلال أعوام ١٨٣٢، ١٨٥٤، ١٨٩٣، ١٨٩٧، ١٩٢٢. وتطنو الجبال الجليدية شمالاً



(لوحة ١٥) الجبال الجليدية الطافية حول سواحل قارة أنتارتيكا
(لاستقراء من أطلالها بالمياه)

تحو العروض المعتدلة ، ويساعد على دفعها كل من الرياح والأوج والتيارات البحرية. وقد تصل هذه الجبال الجليدية بمياه المحيط الأطلسى الجنوبى حتى دائرة عرض ٤٠° جنوباً ، بينما تصل إلى دائرة عرض ٤٥° جنوباً بمياه المحيط الهندى ، ودائرة عرض ٥٠° جنوباً بمياه المحيط الهادى الجنوبى . (شكل ١٧) ؛ وهناك بعض المشاهدات التى تشد عن هذه البيانات العامة الخاصة بطوفان الجبال الجليدية العائمة ، حيث شوهدت بعض الجبال الجليدية الطافية المنفردة فى يوم ٣٠ أبريل ١٨٩٤ فى مسطح مائى يقع عند دائرة عرض ٢٦,٣٠° جنوباً وخط طول ٣٥,٤٠° غرباً (١) .

1- Shepard, F. P., (Submarine Geology), 2 end edi. 1963, New York.

الفصل السابع

الكتل المائية في البحار والمحيطات

Water - Masses

الكتلة المائية هي عبارة عن جزء من مياه البحر تحت السطحية تتميز بأنها متجانسة أو شبه متجانسة من حيث خصائصها الطبيعية والكيميائية. وبلا حظ أنه يمكن تصنيف مياه البحر تحت السطحية إلى كتل متنوعة لكل منها خصائص معينة ، أما المياه السطحية في البحار والمحيطات فتتميز بأنها غير مستقرة وتنوع صفاتها العامة وخصائصها الطبيعية من وقت إلى آخر خلال اليوم الواحد . وعلى ذلك فيقصد بكتل المياه هي كتل المياه تحت السطحية بنحو ٣٠ قدم تحت سطح مياه البحر ، وتختلف من حيث السمك من مكان إلى مكان . وقد يقع أسفل منها كذلك كتل مياه أخرى متوسطة العمق ، وأخرى عميقة Deep water Masses .

وتعد درجة حرارة المياه ، ونسبة ملوحتها أهم العوامل التي تميز الخصائص العامة للكتلة المائية وعليهما تنوع كثافة المياه . وحيث إن المياه الأكبر كثافة تنتج إلى أسفل المياه والأقل كثافة ، لذا فقد تشكلت البحار والمحيطات بكتل مائية مختلفة مترابطة بعضها فوق بعض بحيث تمثل كتل المياه تحت السطحية Subsurface Water مياهاً أقل كثافة من كتل المياه العميقة . وقد أصبحت دراسة الكتل المائية في البحار والمحيطات من أهم دراسات الأوقيانوغرافيا

الطبيعية في الوقت الحاضر ، ذلك لأنها تربط بين العوامل المختلفة التي تؤثر في تشكيل الخصائص الطبيعية للمياه من مكان إلى آخر بل وفي نفس المكان على أعماق مختلفة .

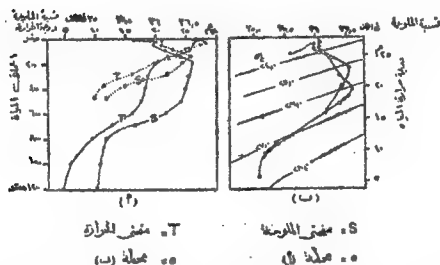
وهناك نقطة هامة وهي أن عامل كثافة المياه وحده لا يمكن أن يتخذ أساساً عند تصنيف مياه البحار والمحيطات إلى كتل مختلفة لكل منها خصائص طبيعية معينة . ذلك لأنه قد نلاحظ وجود كتلتين مائيتين درجة كثافة كل المياه فيهما واحدة ومتشابهة تماماً ، إلا أن صفاتهما الطبيعية ليست متشابهة . فقد تتميز الكتلة الأولى مثلاً بارتفاع درجة الحرارة وإنخفاض نسبة الملوحة (مثل المياه أمام المصبات بعض الأنهار ...) بينما تتميز الكتلة الثانية بإنخفاض درجة الحرارة وإنخفاض نسبة الملوحة . وعلى ذلك كان من الضروري عند التمييز بين الكتل المائية المختلفة أن توضع درجة حرارة ونسبة ملوحة مياه كل من هذه الكتل .

وقد رجح الأستاذ هيلاند هانسن Helland - Hansen عام ١٩١٦ أنه يمكن إيضاح درجة حرارة ونسبة ملوحة الكتل المختلفة من المياه في قطاعات خاصة تعرف باسم قطاعات الملوحة-الحرارة Temperature-Salinity Diagrams وللاختصار تعرف باسم T.S. Diagrams وتتألف هذه القطاعات من محورين ، المحور السيني ويوضح درجة حرارة المياه والمحور الصادي يوضح نسبة ملوحة المياه . وقد أوضح هانسن أنه يمكن توقيع درجة حرارة عينات مياه البحار بالنسبة لأعماقها المختلفة التي تمثلها . ومن ثم أنشأ قطاع حرارة المياه حسب أعماقها المختلفة (شكل ١٨ - ١)

ويتألف هذا القطاع من محورين الأول يوضح درجة الحرارة ونسبة ملوحة المياه ، والآخر يوضح الأعماق .

ثم أوضح هانسن بأنه يمكن إيضاح العلاقة بين حرارة المياه واختلاف نسبة ...

ملوحتها قطاع آخر دون الإشارة إلى أعماق المياه. ذلك لأنه من المعلوم أن المياه تزداد كثافة كلما اتجهنا إلى أسفل ، كما أن درجة حرارة المياه تنخفض بالأعماق البعيدة عامة ، وتزداد نسبة الملوحة صوب هذه الأعماق . وعلى ذلك فتؤخذ عينات المياه وتسجل درجة حرارتها ونسبة ملوحتها ، وتمثل كل عينة نقطة معينة في القطاع وعندما ينشأ خط يصل بين هذه النقط المختلفة ، يتكون قطاع الملوحة - الحرارة لعينة المياه. (شكل ١٨ - ب) وقد وجد أن قيم درجات الحرارة والملوحة في عمود رأسى من الماء ترتب نفسها تبعاً لعمق المياه :



(شكل ١٨) - أ - نسبة ملوحة عينات من المياه واختلاف درجة حرارتها ، موقعة حسب أعماقها ب - نفس عينات المياه السابقة في قطاع الحرارة - الملوحة ، دون الإشارة إلى أعماقها ويظهر كذلك خطوط الكثافة المتساوية (σ_t) .

وعند معرفة حرارة المياه ونسبة ملوحتها يمكن تحديد كثافة المياه ، فعلى ذلك رجح هيلاند - هانسن إنشاء خطوط الكثافة المتساوية والمعروفة باسم (سينجما σ_t) ، ويمكن وضعها على قطاعات الملوحة - الحرارة - (شكل ١٨ - ب) :

وتتوقف الكثافة على ثلاثة عوامل رئيسية ، هي الحرارة ، الملوحة ، والضغط

= ويدل عليها بإعطاء الكثافة الرمز (P «روو») . وعند درجة حرارة وملوحة

وضغط معينة يرمز للكثافة بمائى P. S. σ. P. حيث إن :

S = الملوحة .

σ = الحرارة .

P = الضغط .

وحيث إن كثافة مياه البحر هي فوق الرقم ١ دائماً ، (جرام واحد/سم^٣) :

أى عادة نحو ١,٠٢٥٧٥ .

فقد اصطالح عند التعامل بالأرقام على الأخذ بأن كثافة مياه البحر هي :

P. S. σ. = أو بمعنى آخر نتجاهل الرقم الصحيح ، وكذلك

الجزء العشري من مقدار كثافة المياه ونكتفى بالكسور الأخرى وذلك

لإختصار المساحات في الجداول الاوغاريتمية الخاصة بتحديد الكثافة وعلى

ذلك تحدد P. S. σ. كما يلي (كثافة المصطلح عليها) P. S. σ. :

= ١٠٠٠ × (كثافة المياه الفعلية P. S. σ. - ١) :

.. وعندما تكون P. S. σ. = ١,٠٢٥٧٥ جرام /سم^٣ مثلاً ،

فإن P. S. σ. = ١٠٠٠ × (١,٠٢٥٧٥) - ١ =

= ٢٥,٧٥

= ١٠٢٥,٧٥ - ١٠٠٠ :

فلذا كانت كثافة عينة من مياه البحر عند عمق معروف ودرجة حرارة

معينة ، فتعرف بالكثافة الفعلية الموضوعية لهذا الموقع ويرمز لها بالرمز

P. S. σ. ويعبر عنها تفادياً لكثرة الأرقام بالرمز P. S. σ. (الكثافة

المصطلح عليها بعد اختصار الأرقام) ولكن عند قياس الكثافة عند الضغط

الجوى وفى درجة حرارة (σ°) ، فإن القيمة المساوية ثابت (σ°) أ

وعند الضغط الجوى ودرجة حرارة صفروهم ، فإنها تكتب صفراً :

وفى هذه الحالة الأخيرة تتوقف كثافة المياه على نسبة الملوحة فقط ،

— ولإيجاد الكثافة عند درجات حرارة وضغط أخرى فيجب أن يعرف تأثير التمدد بالحرارة وقابلية الضغط :

ومن العلاقة بين صفر σ مع الملوحة وباستخدام الجداول (جداول ندسون) فإنه يمكن استنتاج صفر σ وبالتالي الكثافة عند درجات الحرارة والضغط المختلفة . وعلى ذلك استنتجت العلاقة الآتية :

$$\sigma_t = \sigma + d$$

والكمية (د) دالة مركبة للمقدار صفر σ ، والحرارة ومثلة في جداول ندسون Kendson وقد أنشئت جداول لاستنتاج قيمة σ من قيم الملوحة ودرجات الحرارة المناظرة .

وقد تبين أن هناك علاقة واضحة بين خطوط الكثافة المتساوية σ_t ومنحنيات الملوحة — الحرارة على القطاع الخاص بهما . فإذا كانت خطوط الكثافة المتساوية أفقية أو عمودية على منحنيات الملوحة — الحرارة ، فهذه تدل على أن المياه مستقرة ، أما إذا كانت الخطوط مائلة أو متوازية لمنحنيات الملوحة — الحرارة ، فهذه تدل على أن كتل المياه غير مستقرة . (شكل ١٨-ب)

وعند تمييز الكتل المائية المختلفة وتحديد خصائصها الطبيعية ، وخاصة درجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها ، فهناك مشكلة هامة تلخص في تحديد مدى استقرار الكتل المائية وثباتها ، وهل التسجيلات الخاصة بالحرارة والملوحة عبارة عن متوسطات لعينات المياه المختلفة أم هي تسجيلات فعلية لجزء معين من المياه ؟ وعلى ذلك فقد رجح فيست Wust عام ١٩٣٥ (١) بأنه يمكن تحديد الكتل المائية المختلفة بواسطة تسجيل أعلى درجات الحرارة وأعظم نسب الملوحة . وأطلق على هذه الطريقة اسم «Core Method» ، وذلك بدلا من قراءة كل الدرجات المختلفة لعينات المياه وحساب متوسطاتها .

1- Wust, G., (Die Stratosphere), Deutsche Atlantische Exped. Meteor (1925-1927), Wiss, Erg. Bd, 6 (1935).

وقبل أن ندرس خصائص الكتل المائية وتكوينها وتوزيعها الجغرافي في مياه البحار والمحيطات، ونحسن أن نشير كذلك إلى العلاقة المتبادلة بين كل من درجات الحرارة ونسبة الملوحة في مياه البحار المختلفة، ذلك لأن هذه العلاقة تلقى بعض الضوء على دراسة تكوين هذه الكتل وكيفية تصنيفها إلى كتل مائية مختلفة .

ومن بين الدراسات الهامة التي أجريت في هذا الصدد ، هي دراسة كل من كوكرين Cochrane الذي قام بدراسة الخصائص الطبيعية للمياه السطحية بالمحيط الهادى عام ١٩٥٦ ، والباحث بولاك Pollak الذى درس الخصائص الطبيعية لمياه المحيط الهندي عام ١٩٥٨ ، أما الباحث مونتجمرى Montgomery فقد طبق دراساته على كل المسطحات المائية في بحار العالم المختلفة ، مع العناية الخاصة بدراسة المحيط الأطلسي وذلك عام ١٩٥٨ . وقد اعتمدت دراساتهم على أساس أخذ قراءات متتالية خلال فصول السنة المختلفة لكل من عنصرى الحرارة والملوحة في أجزاء متعددة من المسطحات المائية ، وإنشاء مقاطع الحرارة-الملوحة T, S. Diagrams حتى يسهل استنباط المعلومات الخاصة عن الخصائص الطبيعية للمياه من جهة وإنشاء خطوط الكثافة المتساوية (سيجما-٥) بكل محيط من جهة أخرى . وعلى ذلك أصبح من السهل تصنيف الكتل المائية تحت السطحية ، والعميقة في بحار العالم المختلفة :

وتبعاً للدراسات التي أجريت بالمسطحات المائية في المحيط الهادى تبين أن درجات الحرارة في النصف الشمالى أعلى منها في النصف الجنوبى ، وقديعى ذلك إلى عظم إتساع النصف الشمالى من المحيط في العروض المدارية . أما بالنسبة للملوحة فقد أثبتت نتائج البحوث الأقيانوغرافية أن أعلى نسب الملوحة وأقلها تمثل في النصف الشمالى من المحيط الهادى . ولذا يمكن القول بأن كثافة المياه في النصف الشمالى من المحيط أعلى منها نسبياً في النصف الجنوبى منه :

ولذا نحدثنا عن المياه العميقة في المحيط الهادى فيلاحظ أن درجة حرارتها

أقل بـ ١٨° من حرارة المياه السطحية التي تعلوها. ومن الملاحظات الهامة، تبين أن متوسطات درجات حرارة هذه المياه العميقة ونسبة ملوحتها كانت تتراوح فيما بين ١٠,٥°م بالنسبة للحرارة، ٣٤,٦٥ في الألف بالنسبة للملوحة. ذلك لأن نحو ٣٣٪ من العينات المختلفة لـ ١٥ درجة حرارة من ١° إلى ٢٦°م، ونسبة ملوحتها تتراوح فيما بين ٣٤,٦٠ إلى ٣٤,٧٠ في الألف. وتوضح هذه البيانات أن المياه العميقة بالمحيط الهادئ شبه متجانسة إلى حد كبير.

وقد لاحظ الباحث بولاك Pollak نفس النتائج بالنسبة للمحيط الهندي ورجح أن المياه العميقة في المحيط الهندي تتميز بتجانسها العام من حيث خصائصها الطبيعية. وقد أوضح أن أكثر من ٣٥٪ من المياه العميقة في المحيط الهندي تتراوح درجة حرارتها فيما بين ٥° إلى ٢٠°م، بينما تتراوح نسبة ملوحتها من ٣٤,٧٠ إلى ٣٤,٨٠ في الألف. ولكن تتميز مياه البحر الأحمر والمحيط العربي بارتفاع نسبة الملوحة نسبياً ذلك لأنها تتراوح فيها من ٣٨,٥٠ إلى ٤٠,٠٠ في الألف.

أما الباحث مونتجمري فقد درس الخصائص الطبيعية لكتل المياه العميقة في بحار العالم المختلفة وأنشأ لكل منها قطاعات الحرارة - الملوحة الخاصة بها. وعند دراسة قطاعات الحرارة الملوحة للمياه العميقة في حوض البحر الأبيض المتوسط، تبين أن المياه في القسم الشرقي منه تتميز بارتفاع درجات الحرارة والملوحة والكثافة بالمقارنة بالمياه العميقة في القسم الغربي. أما مياه البحر الأسود فتتميز بدورها بانخفاض درجة حرارتها وقلة نسبة ملوحتها وبالتالي انخفاض كثافتها. وقد ذكر مونتجمري كذلك أن المياه العميقة في المحيط الهادئ تعد أعظم تجانساً من أي مياه في المحيطات الأخرى، بينما المياه العميقة في المحيط الأطلسي تعد أقل تجانساً من أي مياه عميقة في المحيطات الأخرى.

التوزيع الجغرافي للكتل المائية في البحار والمحيطات

يؤثر اختلاف كثافة المياه في التوزيع الأمتى والرأسى لكتل المياه بالبحار والمحيطات ، حيث تنحدر الكتل المائية العظيمة الكثافة بالتدرج إلى الأعماق البعيدة متجهة أسفل الكتل المائية الأقل كثافة. وبالتالي أمكن تصنيف الكتل المائية عامة إلى مجموعتين رئيسيتين هما : -

أ - الكتل المائية السطحية القليلة الكثافة .

ب - الكتل المائية العميقة العظيمة الكثافة .

وقد وضع الباحثون تصنيفات مختلفة لأنواع هذه الكتل المائية وتوزيعها الجغرافي في البحار والمحيطات ، إلا أن تقسيم الباحث Sverdrup للذي وضعه منذ عام ١٩٤٦ (١) يعد من أحسن التقاسيم . وقد ميز Sverdrup للكتل المائية بالبحار والمحيطات رأسياً إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

أ - الكتل المائية السطحية

ب - الكتل المائية العميقة •

وتشمل كل مجموعة كتلا مائية مختلفة تبعاً لتنوع درجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها . وعلى ذلك يحسن أن نشير إلى الخصائص الطبيعية لبعض الكتل المائية في البحار والمحيطات المختلفة :

(أولاً) الكتل المائية السطحية في المحيط الأطلسي

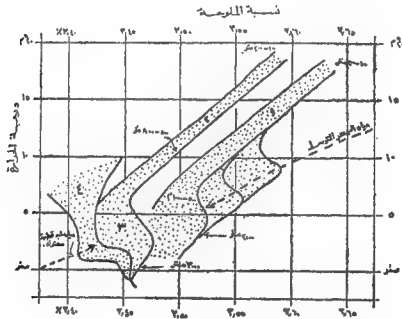
(١) كتل المياه المدارية في المحيط الأطلسي الشمالي :

تشغل هذه الكتلة الجزء الأعظم من النصف الشمالي للمحيط الأطلسي ،

1- Sverdrup, H. U., (The oceans...) Prentice-Hall, Inc. 1946, 1962

لأنها تظهر ممثلة بوضوح في المساحات المائية المحدودة الأعماق نسبياً .
وتختلف قيم درجات الحرارة - الملوحة في الأجزاء المختلفة من هذه الكتلة
تبعاً لموقعها الجغرافي من ناحية ، والوسائل الطبيعية (التيارات البحرية -
الأمواج - الأشعة الشمسية) التي تؤثر فيها من ناحية أخرى . فتتنوع
درجة حرارة المياه من ٨م إلى ١٩ م بينما تتراوح نسب الملوحة فيها من
٣٥,١٠ في الألف إلى ٣٦,٧٠ في الألف .

ويرجح الأستاذ سفر در ب أن هذه الكتلة المدارية تكون محلياً في النصف
الشمالي من المحيط الأطلسي ، ولم تؤثر فيها عوامل خارجية أو تندمج فيها
كتل مائية مختلفة آتية من مناطق بعيدة تؤثر في الخصائص الطبيعية
المميزة للكتلة المائية المدارية . وتعكس الخصائص الطبيعية للكتلة المائية المدارية



(١) مياه المحيط الأطلسي الشمالي المدارية (الرطب)

~ ~ ~ ~ ~

(٢) مياه شبه قطبية معتدلة

~ ~ ~ ~ ~

(شكل ١٩) مقاطع الحرارة - الملوحة للكتل المائية في المحيط الأطلسي

طبيعة الغلاف الجوى والهواء الملاصق لسطح المياه في هذه المنطقة . وقد دلت نتائج الدراسات المختلفة على أن أساس تكوين هذه الكتل المائية يعزى إلى عظم سقوط الأشعة الشمسية على سطح المياه وبالتالي عظم درجة التبخر ، بالإضافة إلى قلة الأمطار الساقطة ، ونجم عن كل ذلك إرتفاع نسبة ملوحة المياه السطحية وعظم درجة كثافتها وهبوط إلى أسفل وصعود المياه الأقل كثافة إلى السطح . ومن ثم تشكلت هذه الكتلة المائية بحركات المياه الرأسية وهبوط الكتل المائية الأعظم كثافة إلى الأعماق البعيدة خاصة خلال فصل الشتاء البارد (شكل ١٩) .

وقد اتضح كذلك أن متوسط سمك هذه الكتلة المائية يختلف من جزء إلى آخر تبعاً لمدى تأثير أجزاء هذه الكتلة المائية المدارية بالتيارات البحرية والأمواج وفعل الرياح . وقد لوحظ أن كتل المياه المدارية التي تقع على الجانب الأيمن لسير اتجاهات التيارات البحرية تتميز بعظم سمكها بينما يقل سمك هذه الكتلة المائية بشكل واضح على الجانب الأيسر لاتجاه التيارات البحرية ، ويرجع ذلك إلى أثر حركة دوران الأرض . ويبلغ أعظم سمك لهذه الكتلة المائية نحو ٩٠٠ متر في بحر سرجاسو Sargasso Sea ولكن لا يزيد متوسط سمكها عادة عن ٢٠٠ متر في معظم أجزائها .

وحيث تتركز هذه الكتلة المائية المدارية في مياه المحيط الأطلسي فيما بين دائرتي عرض ٣٠°، ٤٠° شمالاً ، فإن التيارات المائية تغير اتجاه سيرها ، ويختلف سمكها من مكان إلى آخر تبعاً لتأثير حركة دوران الأرض في تشكيل الإتجاه العام للتيارات البحرية والأمواج السطحية بالكتلة المائية المدارية ، من جهة أخرى .

(٢) كتلة المياه المدارية في المحيط الأطلسي الجنوبي :

تشغل هذه الكتلة مساحة كبيرة من النصف الجنوبي للمحيط الأطلسي ، وتظهر بوضوح فيما بين دائرتي عرض ١٠°، ٢٥° جنوباً . وتشابه هذه الكتلة

المائية عامة الكتلة المائية المدارية في المحيط الأطلسي الشمالى إلا أن درجة حرارة مياهها أقل حرارة نسبياً وأقل ملوحة كذلك . كما أن كتلة المياه المدارية في المحيط الأطلسي الجنوبي أكثر تجزئاً من كتلة المياه المدارية في المحيط الأطلسي الشمالى . وتراوح درجة حرارة كتلة المياه المدارية في المحيط الأطلسي الجنوبي من ١٨°م إلى ١٨°م ، وتختلف نسبة ملوحتها من ٣٤,٥٠ إلى ٣٦,٠٠ في الألف . ويبلغ متوسط سمك هذه الكتلة المائية نحو ٦٠٠ متر .

وتبعاً لوقوع هذه الكتلة المائية ببحار المنطقة الإستوائية وفي نطاق العروض المدارية ، تأثرت الخصائص الطبيعية العامة لهذه الكتلة ، وحركة الرياح والتيارات واتجاهاتها بفعل تأثير حركة دوران الأرض . وحيث إن خط الإستواء الحرارى يقع دائماً إلى الشمال من دائرة عرض ٥° شمالاً ، فإن الأطراف الشمالية لكتلة المياه المدارية في المحيط الأطلسي الجنوبي قد تتجه أحياناً مع حركة التيارات البحرية إلى الشمال من خط الإستواء . وتبعاً لاختلاف كثافة الطبقات المائية السطحية والسفلية لهذه الكتلة فإن أهم ما يميزها ، استمرار تجدد طبقاتها تبعاً لاتجاه الطبقات المائية الأكبر كثافة إلى أسفل الطبقات المائية الأقل كثافة .

(٣) كتل المياه المعتدلة وشبه القطبية والقطبية :

ويقع إلى الشمال والجنوب من الكتل المدارية في المحيط الأطلسي كتل مختلفة من المياه المعتدلة وشبه القطبية والقطبية لكل منها خصائصها الطبيعية التي تميزها عن غيرها من الكتل الأخرى . فإلى الشمال من الكتلة المائية المدارية من المحيط الأطلسي الشمالى تتمثل كتلة عظيمة الامتداد تعرف باسم كتلة المياه الترويقية حيث إنها تحتل معظم حوض البحر الترويقى . وتتأثر مياه هذه الكتلة بحركة تيارات بحر برنتس 3arents Sea والبحر القطبي الشمالى . كما تتأثر الأطراف الجنوبية لهذه الكتلة بالتيارات البحرية الآتية من البحر المتوسط والتي تتميز بارتفاع درجة حرارة المياه وعظم نسبة ملوحتها (نحو

٣٥,٢ في الألف) إذا ما قورنت بالخصائص الطبيعية لمياه الكتلة نفسها.
(شكل ١٩)

وإلى الشمال من هذه الكتلة الأخيرة تمتد كتلة المياه القطبية. وتتميز مياه هذه الكتلة بإنخفاض درجة ملوحتها خاصة بالقرب من مصبات الأنهار السيبيرية وفي المسطحات المائية إلى الشمال من سبتزبرجن Spizbergen تبلغ نسبة ملوحة المياه نحو ٣٢ في الألف، وعلى طول الرفوف القارية السيبيرية تبلغ نسبة ملوحة المياه نحو ٢٩,٦٧ في الألف خلال شهر مايو. وعندما تشتد عملية ذوبان الجليد في أواخر فصل الصيف، تساهم المياه المذابة التي تصب في البحر على تكوين طبقة سطحية من المياه تكاد تكون عذبة تماماً، ويقع أسفلها مياه الرفوف السيبيرية الأكثر ملوحة. وتبلغ متوسط درجة حرارة المياه نحو ٤°م، أما نسبة الملوحة فتختلف من ٣٥,١٠ إلى ٣٥,٧٠ في الألف. وتحتل كتلة المياه الأعماق الواقعة فيما بين ٧٥-٤٠٠م أسفل المياه السطحية شبه العذبة.

وفي النصف الجنوبي من المحيط الأطلسي إلى الجنوب من كتلة المياه المدارية فيه، تكاد تمثل نفس الكتل المائية التي صنفنا بالمحيط الأطلسي الشمالي. وتشابه هذه الكتلة مع مثلتها في النصف الشمالي من المحيط، من حيث الخصائص الطبيعية للمياه. إلا أن هذه المياه أقل حرارة وملوحة من مياه النصف الشمالي تبعاً لإتساع المسطحات المائية في النصف الجنوبي من المحيط الأطلسي.

ومن بين الكتل المائية التي تمثل إلى الجنوب من الكتلة المائية المدارية في المحيط الأطلسي الجنوبي، كتلة المياه شبه القطبية الجنوبية. وتعتبر هذه الكتلة المائية كتلة إنتقالية فيما بين كل من الكتلة المائية المدارية شمالاً والكتلة المائية القطبية - الأناركتيكية - جنوباً. وأهم ما يميز هذه الكتلة إنخفاض درجة حرارة مياهها وإنخفاض نسبة الملوحة بالمياه السطحية. ويؤثر في تعديل خصائصها

الطبيعية العامة كل من الهواء الملامس لسطح المياه في هذه العروض، وحركة التيارات البحرية والرياح والأمواج، ومدى إتساع اليابس والماء. وتمثل هذه الكتلة المائية الإنتقالية في المحيط الأطلسى الشمالى إلا أنها تقتصر على تلك المياه التى تحيط بجزيرة نيوفوندلاند. وقبل الحديث عن الخصائص الطبيعية للكتل المائية بالمحيطات الأخرى يحسن أن نشير كذلك إلى طبيعة هذه الكتل المائية وخصائصها الطبيعية العامة بالبحار الداخلية وخاصة بالبحر الأبيض المتوسط .

الكتل المائية فى البحر الأبيض المتوسط

تعد مياه البحر الأبيض المتوسط من الناحية الأقيانوغرافية مياه حوضية Basin water masses حيث لا تتصل بمياه المحيط الأطلسى إلا عن طريق مضيق جبل طارق كما تربطها قناة السويس المحدودة الاتساع بمياه البحر الأحمر وقد صنف مياه حوض البحر الأبيض المتوسط إلى كتل مائية سطحية مختلفة لكل منها خصائصها الطبيعية المميزة وتتلخص فيما يلى :-

أ - كتلة مياه البحر الأسود :

ب - كتلة مياه البحر التيرانى :

ج - كتلة مياه غرب البحر الأبيض المتوسط (حول جزر البليار) وساحل الجزائر :

د - كتلة مياه شرق البحر الأبيض المتوسط :

تشابه هذه الكتل المائية السطحية مع الأقسام الطبيعية العامة لحوض (أ) هذا البحر، حيث عملت أشباه الجزر الواقعة فيه على تقسيمه لعدة أحواض ثانوية وتشمل ما يلى :-

١ - يقصد بتعبير «حوض البحر الأبيض المتوسط» هنا المسطحات المائية المختلفة لهذا البحر دون الإشارة إلى اليابس الذى يكتنفه :

١ - حوض الجزائر ، الذى يشغل المسطحات المائية المحصورة بين ساحل الجزائر والسواحل الغربية لجزيرتي سردينيا وكورسيكا .

ب - الحوض التيراى Tyrrhenian Basin الذى ينحصر بين الساحل الغربى لشبه جزيرة إيطاليا والسواحل الشرقية لجزيرتي سردينيا وكورسيكا .

- حوض وسط شرق البحر الأبيض المتوسط (أيونيان Ionian Basin) الذى يمتد إلى جنوب إيطاليا واليونان .

د - حوض شرق البحر الأبيض المتوسط (ليفانتين Levantine Fasin) الذى يشغل المياه التى تمتد أمام سواحل الشام والساحل الجنوبي لتركيا .

وفى مياه البحر الأبيض المتوسط الحقيقى (فيما عدا البحر الأسود) يفوق مقدار الفاقد عن طريق التبخر مقدار المكتسب من التساقط وما تصبة الأنهار ، فى البحر . وعلى ذلك تميزت مياه البحر الأبيض المتوسط بارتفاع درجة حرارتها وزيادة نسبة الملوحة بها ، وينجم عن إختلاف كثافة المياه السطحية والعميقة فى البحر خلال فصل الشتاء تكوين كتل مائية عميقة ذات ملوحة مرتفعة وتنتشر فى أجزاء مختلفة من مياه البحر بمساعدة حدوث التيارات التصاعدية الرأسية . وفى مياه البحر الجزائرى تمتزج مياه المحيط الأطلسى بمياه البحر الأبيض المتوسط وسرعان ما تفقد الأولى خصائصها الأملاحية ، وترتفع نسبة الملوحة تدريجياً ، إلى أن تصبح نحو ٣٧ فى الألف ويلاحظ أن نسبة ملوحة مياه البحر الأبيض المتوسط تقل نسبياً أمام مصبات الأنهار الكبرى وتأخذ نسبته فى الإرتفاع التدريجى كما اتجهها صوب الجانب الشرقى من الحوض إلى أن تبلغ نحو ٣٩ فى الألف أمام ساحل لبنان وساحل سوريا .

وتبعاً لأختلاف درجة تعامد الأشعة الشمسية من فصل إلى آخر ، وسقوط الأمطار الإنخفاضية فوق أجزاء حوض البحر الأبيض المتوسط خلال فصل الشتاء ، تختلف درجة حرارة المياه السطحية. من فصل إلى آخر كذلك

ويبلغ المدى الحرارى السنوى للمياه السطحية فى البحر الأبيض المتوسط عامة نحو ٩°م، وقد يزيد عن ذلك أمام سواحل الريفييرا، وفى الجزء الشمالى من بحر الادرياتيک حيث يبلغ نحو ١٣°م .

وتبعاً لاختلاف الخصائص الطبيعية لطبقات المياه المختلفة فى مياه هذا البحر أمکن تصنيف المياه رأسياً كذلك إلى عدة طبقات مائية متعاقبة فوق بعضها تتمثل فيما یلى : -

١ - كتلة المياه السطحية : Surface Water

وتتمثل هذه الكتلة فى الأعماق التى تقع بين ١٠٠-٢٠٠ متر من سطح البحر . ويلاحظ أن هناك اختلاف واضحاً فى الخصائص الطبيعية للمياه السطحية بالقسم الغربى والقسم الشرقى للبحر الأبيض المتوسط . ذلك لأن الأولى تتميز بإنخفاض حرارة المياه وقلة نسبة الملوحة والكثافة بها، إذا ما قورنت بكتل المياه فى القسم الشرقى من الحوض . وفى القسم الغربى من حوض البحر الأبيض المتوسط تبلغ درجة حرارة المياه عند عمق ١٠٠ م نحو ١٤,٢°م، وعند عمق ٥٠٠ م تنخفض إلى نحو ١٣,٧°م، ثم تصبح نحو ١٣°م فقط عند عمق ١٥٠٠ متر من سطح البحر، وهنا تبلغ نسبة الملوحة نحو ٣٨ فى الألف أما فى القسم الشرقى من حوض البحر الأبيض المتوسط فتبلغ درجة حراره المياه عند عمق ١٠٠ م نحو ١٥,٥°م، وقد تبلغ نسبة الملوحة هنا إلى نحو ٣٩ فى الألف . ويعزى ذلك إلى ما یلى : -

١ - تقل كمية الأمطار الساقطة كلما اتجهنا نحو الشرق .

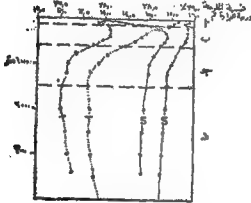
٢ - يقع الجزء الشرقى من حوض البحر الأبيض المتوسط فى عروض جنوبية بالنسبة للجزء الغربى أو بمعنى آخر أن الجزء الشرقى من الحوض أقرب إلى خط الإستواء من الجزء الغربى .

٣ - قلة المياه التى تصبها الأنهار فى الجانب الشرقى للبحر (فيما عدا أمام مصب نهر النيل) بالنسبة للمقدار المفاقد عن طريق التبخر .

٤ - يتأثر الجانب الغربي من الحوض بمياه المحيط الأطلسي المعتدلة الأقل ملوحة وحرارة أكثر من تأثر الجانب الشرقي بهذه المياه. (شكل ٢٠)

٢ - كتلة المياه المعتدلة : Intermediate Water

وتقع أسفل كتلة المياه السطحية وتشغل الأعماق فيما بين ٢٠٠-٦٠٠ متر،



١ : المياه السطحية
٢ : الكثافة
٣ : الملوحة (الوصلة)
٤ : الكثافة
٥ : الكثافة
٦ : الكثافة
٧ : الكثافة
٨ : الكثافة
٩ : الكثافة
١٠ : الكثافة

(شكل ٢٠) الخصائص الطبيعية للكتلة المائية بمياه البحر الأبيض المتوسط

وتتنوع الخصائص الطبيعية لمياه هذه الكتلة من جزء إلى آخر إلا أنه يمكن التمييز بين مجموعتين رئيسيتين هما، مياه القسم الغربي ومياه القسم الشرقي لحوض البحر الأبيض المتوسط. فتبلغ درجة حرارة المياه في القسم الغربي عند عمق ٢٠٠ متر نحو 14.4°C ونسبة الملوحة 38 في الألف. وتنخفض درجة حرارة المياه إلى نحو 13.7°C عند عمق ٦٠٠ متر وتصبح نسبة ملوحتها نحو 38.10 في الألف. أما في

القسم الشرقي لحوض البحر الأبيض المتوسط فيبلغ متوسط درجة حرارة المياه عند عمق ٢٠٠ متر نحو 15.4°C ونسبة الملوحة 38.4 في الألف. ثم تنخفض درجة حرارة المياه إلى نحو 14.4°C عند عمق ٦٠٠ متر، وتصبح نسبة ملوحتها نحو 38.9 في الألف. (شكل ٢٠)

وقد رجح الباحث نيلسون Nielson عام ١٩١٢ بأن المياه المعتدلة في حوض البحر الأبيض المتوسط هي مياه محلية تكونت أساساً في حوض البحر نفسه ومنه تتجه تيارات المياه السفلية الأعظم ملوحة نحو نحو الغرب لتخرج إلى المحيط الأطلسي عن طريق مضيق جبل طارق.

وقد لاحظ نيلسون كذلك تشابه درجة حرارة المياه الواقعة عند أعماق ١٧٥ - ٢٠٠ م في معظم أجزاء الحوض ويعزى ذلك إلى أثر عمليات التيارات التصاعدية التي تحدث في الطبقات العليا بمياه هذا الحوض خلال فصل الشتاء.

٣ - كتلة المياه الانتقالية : Transition layer

وتتشكل هذه الكتلة المائية أسفلى كتلة المياه المعتدلة وتشغل الأعماق فيما بين ٦٠٠ - ١٥٠٠ متر ووعند هذه الأعماق تنخفض درجة حرارة المياه وتقل نسبة ملوحتها كما اتجاهنا نحو الأعماق البعيدة. ويلاحظ ان هناك إختلافات واضحة في الخصائص الطبيعية لهذه الكتلة المائية في الجانبين الغربى والشرقى لحوض البحر الأبيض المتوسط . ففي الجانب الغربى تبلغ درجة حرارة المياه عند عمق ٧٠٠ متر نحو ١٣,٤°م ، وتنخفض إلى نحو ١٣°م عند عمق ١٢٠٠ متر ، وتبلغ نسبة ملوحة المياه عند هذا العمق الأخير نحو ٣٨,٣ فى الألف ، أما فى القسم الشرقى فتبلغ درجة حرارة المياه عند عمق ٧٠٠ متر نحو ١٤°م وتنخفض إلى نحو ١٣,٧°م عند عمق ١٢٠٠ متر وهنا تبلغ نسبة ملوحة المياه نحو ٣٨,٧ فى الألف .

٤ - كتلة المياه السفلية : Deep Water

تمثل هذه الكتلة المياه العميقة فى حوض البحر الأبيض المتوسط والتي تقع أسفل خط العمق المتساوى ١٥٠٠ متر . ويلاحظ أن كلا من درجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها تقل كلما تغلغت المياه نحو الأعماق البعيدة ، وعلى ذلك تميزت هذه المياه السفلية بتجانسها . وتبلغ درجة حرارة المياه عند عمق ٢٥٠٠ متر فى القسم الغربى من حوض البحر الأبيض المتوسط نحو ١٣°م ، ونسبة ملوحتها ٣٨,٤ فى الألف . بينما تبلغ درجة حرارة المياه عند نفس هذا العمق فى القسم الشرقى من الحوض نحو ١٣,٥°م ونسبة ملوحتها نحو ٣٨,٦ فى الألف .

ويوضح الجدول التالى مدى تجانس أجزاء كتلة المياه السفلية فى حوض

البحر الأبيض المتوسط ، ودرجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها عند عمق ٢٠٠٠ متر من سطح البحر .

| أقسام حوض البحر الأبيض المتوسط | درجة حرارة المياه (°م) | القيمة الفعلية لدرجة حرارة المياه (°م) | نسبة ملوحة المياه (جزء في الألف) |
|--------------------------------|------------------------|--|----------------------------------|
| حوض البحر الجزارى | ١٣,٠٠ | ١٢,٦٩ | ٣٨,٣٩ |
| الحوض التيراني | ١٣,١٠ | ١٢,٧٩ | ٣٨,٤٤ |
| حوض أيونيان | ١٣,٥٧ | ١٣,٢٥ | ٣٨,٦٥ |
| حوض شرق البحر الأبيض المتوسط | ١٣,٦٢ | ١٣,٣٠ | ٣٨,٦٦ |

وقد أوضح الأستاذ برنيك عام ١٩١٢ (١) أن البحر الأبيض المتوسط يكتسب نحو ٣١,٧٥٠,٠٠٠ في الثانية من المياه عن طريق التيارات المائية السطحية التي تدخل إليه من المحيط الأطلسي ، ونحو ١٢,٦٠٠ م في الثانية من المياه عن طريق التيارات المائية السطحية التي تدخل إليه من البحر الأسود ويكتسب نحو ٣٣٨,٩٠٠ في الثانية عن طريق التساقط والمياه التي تصبها الأنهار . ويفقد البحر في نفس الوقت نحو ٣١,٦٨٦,١٠٠ في الثانية عن طريق التيارات البحرية السفلية التي تخرج من البحر إلى المحيط الأطلسي والبحر الأسود ، ونحو ٣١١٥,٤٠٠ في الثانية عن طريق التبخر ويوضع الجدول التالي العلاقة بين ما يكتسبه البحر الأبيض المتوسط ، وما يفقده من مياه في نفس الوقت .

1- Brennecke, W., (Die Ozeanographischen Arbeiten der Deutschen Antarktischen Expedition), Deutschen Seewarte, Bd, 39, Nr. 1 1912, Hamburg.

| ما يفقده البحر الأبيض المتوسط من مياه | ما يكتسبه البحر الأبيض المتوسط من مياه |
|---|--|
| ٣/م الثانية | ٣م / الثانية |
| (١) تيارات مائية سفائية تخرج من البحر الأبيض المتوسط إلى المحيط الأطلسي | (١) تيارات مائية سطحية تدخل البحر الأبيض المتوسط من المحيط الأطلسي |
| ١,٦٨٠,٠٠٠ | ١,٧٥٠,٠٠٠ |
| (٢) تيارات مائية سفلية تخرج من البحر الأبيض المتوسط إلى البحر الأسود | (٢) تيارات مائية سطحية تدخل البحر الأبيض المتوسط من البحر الأسود |
| ٦,١٠٠ | ١٢,٦٠٠ |
| ١١٥,٤٠٠ | ٣١,٦٠٠ |
| (٣) كمية التبخر | (٣) كمية التساقط |
| ١,٨٠١,٥٠٠ | ٧,٣٠٠ |
| | ١,٨٠١,٥٠٠ |

من هذا العرض يتضح أن هناك نوعاً من التوازن المائي لمياه البحر المتوسط حيث تتعادل كمية المياه المكتسبة مع كمية المياه المفقودة بالنسبة لما يطلق عليه تعبر المياه الثابتة للبحر وتتلخص هذه الحالة من التوازن المائي في المعادلة الآتية :-

$$ك = (ح - ذ) + (ف - م) + (ي - ر) + ١$$

حيث إن :

ك = كتلة المياه في المحيط

ح = مقدار الفاقد بالتبخر

ن = مقدار المكتسب من التساقط

ف = كمية الثلج البحري المتجمد (فاقد)

م = كمية الثلج البحري الذائب (مكتسب)

ي = كمية المياه المكتسبة من التيارات التي تدخل البحر

ر = كمية المياه المفقودة عن طريق التيارات التي تخرج من البحر

١ = كمية المياه المكتسبة عن طريق الأنهار التي تصب في البحر

أما في البحر الأسود فتبعاً لمتوسطات أعماقه يتمثل فيه كئلتان مائتان هما :
— كتلة المياه السطحية .

ب - كتلة المياه المعتدلة :

وتبلغ درجة حرارة المياه السطحية خلال فصل الصيف عند عمق ١٠م نحو 24°C ، ثم تنخفض بسرعة إلى نحو $12,7^{\circ}\text{C}$ عند عمق ٢٥ متر من سطح الماء وبالتقريب من قاع هذه الكتلة عند عمق ٧٥ متر تبلغ درجة حرارة المياه نحو $7,4^{\circ}\text{C}$.

أما نسبة الملوحة بهذه الكتلة المائية السطحية، فتبلغ بالقرب من سطح الماء نحو $17,9$ في الألف، وترتفع نسبة الملوحة كلما اتجهنا صوب الأعماق البعيدة حيث تبلغ في هذه الكتلة عند عمق ٧٥م نحو $18,69$ في الألف . ويهزى انخفاض نسبة ملوحة المياه السطحية (على الرغم من ارتفاع درجة حرارته المياه) إلى أثر المياه العذبة التي تصبها الأنهار الكبرى المتعددة (الدن Don — والدنيبر Dnieper ، والدنيستر Dniester والدانوب Danube ، وقرل أرمتي وسكاريا) في هذا البحر

أما كتلة المياه المعتدلة التي تتمثل في هذا البحر فتشغل الأعماق فيما بين ١٠٠ — ٤٠٠ متر . ويبلغ متوسط درجة حرارة المياه خلال فصل الصيف نحو $8,5^{\circ}\text{C}$ ، ومتوسط نسبة الملوحة نحو $21,65$ في الألف . وتتميز هذه الكتلة بتجانسها وتشابه خصائصها الطبيعية من جزء إلى آخر في هذا البحر ويوضح الجدول التالي بعض الخصائص الطبيعية لمياه البحر الأسود على أعماق مختلفة :

| الكمية الأكسجين مليالتر / اللتر | نسبة الملوحة (جزء في الألف) | درجة الحرارة (°م) | الأعماق (متر) | الكتل المائية |
|------------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|
| ٥,١٤ | ١٧,٥٩ | ٢٤,١٠ | سطح الماء | كتلة المياه السطحية |
| ٥,١٤ | ١٧,٥٩ | ٢٤,١٠ | ١٠ | |
| ٧,٤٠ | ١٨,٢٢ | ١٢,٧٣ | ٢٥ | |
| ٦,٧١ | ١٨,٣٠ | ٨,٢٢ | ٥٠ | |
| ٥,٥١ | ١٨,٦٩ | ٧,٤٤ | ٧٥ | |
| ٢,٣٣ | ١٩,٦٥ | ٧,٦١ | ١٠٠ | كتلة المياه المتعدلة |
| ٠,١٧ | ٢٠,٧٥ | ٨,٣١ | ١٥٠ | |
| — | ٢١,٢٩ | ٨,٥٤ | ٢٠٠ | |
| — | ٢١,٧١ | ٨,٦٨ | ٣٠٠ | |
| — | ٢١,٩١ | ٨,٧٢ | ٤٠٠ | |
| — | ٢٢,١٦ | ٨,٧٦ | ٦٠٠ | |
| — | ٢٢,٢٧ | ٨,٨٥ | ١٠٠٠ | |

ثانياً - الكتل المائية السطحية في المحيط الهادى

تبعاً لعظم إتساع المحيط الهادى بالنسبة لمساحة المسطحات المائية في المحيط الأطلسى ، تميزت الكتل المائية فيه هي الأخرى بعظم إمتدادها ، وكثرة تنوعها . فمثلاً نجد أن الكتل المدارية (أو الوسطى) التي لوحظت في المحيط الأطلسى أقل إمتداداً وإتساعاً إذا ما قورنت بمثيلتها في المحيط الهادى . وعلى ذلك أمكن تصنيف كل من الكتلتين المائيتين المداريتين في المحيط الهادى (في نصفه الشمالى والجنوبى) إلى قسمين مختلفين . وبهذا تنقسم الكتل المائية المدارية في المحيط الهادى إلى أربع كتل هي :-

- ١ - كتلة المياه المدارية في النصف الغربى من المحيط الهادى الشمالى :
- ٢ - كتلة المياه المدارية في النصف الشرقى من المحيط الهادى الشمالى .
- ٣ - كتلة المياه المدارية في النصف الغربى من المحيط الهادى الجنوبى .
- ٤ - كتلة المياه المدارية في النصف الشرقى من المحيط الهادى الجنوبى :

بالإضافة إلى ذلك فقد تميزت في مياه المحيط الهادى كتلة مائية أخرى تعرف باسم كتلة المياه الإستوائية Pacific Equatorial Water ليس لها ما يشبهها في مياه المحيط الأطلسي .

وسوف نناقش بإختصار بعض الخصائص الطبيعية للكتل المائية السطحية في المحيط الهادى .

١ - كتلة مياه المحيط الهادى الإستوائية :

تشغل هذه الكتلة المسطحات المائية الإستوائية بالمحيط الهادى التى تنحصر بين دائرتي عرض ١٥° شمالاً وجنوباً ، وتفصل بدورها بين الكتل المائية المدارية التى تقع إلى الشمال منها في المحيط الهادى الشمالى وإلى الجنوب منها في المحيط الهادى الجنوبى . ويتسع أمتداد هذه الكتلة المائية والإستوائية في الجزء الشرقى من المحيط بحيث تشغل المسطحات المائية فيما بين دائرتي عرض ٢٠° شمالاً وجنوباً ، ثم يضيق أمتدادها كلما أتجهنا نحو الغرب إلى أن تتلاشى بالقرب من جزيرة نيوجينيا . وقد أوضحت التسجيلات الإحصائية

المختلفة على أن أهم ما يميز هذه الكتلة هو عظم تجانسها ، وتشابه الخصائص الطبيعية للمياه من جزء إلى آخر : (شكل ٢١) :

ومن دراسة منحنى الحرارة -

الملوحة T. S. Curve يتضح أن درجة

حرارة هذه الكتلة المائية تختلف من ٨°م

إلى ١٥°م ، بينما تتراوح نسبة الملوحة

من ٣٤,٦٠ إلى ٣٤,١٥ فى الألف ؛

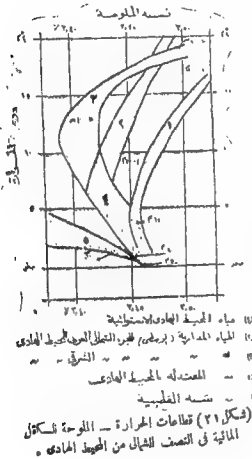
وعلى عمق ٨٠٠م تبلغ درجة حرارة

مياه هذه الكتلة نحو ٥,٥°م . ويساهم

التيار الإستوائى والتيارات الإستوائية

الرجعية في تشكيل الخصائص الطبيعية

العامة لهذه الكتلة المائية :



(شكل ٢١) مقاطعات الحرارة - الملوحة للكتل المائية في النصف الشمالى من المحيط الهادى .

٢ - كتلة المياه المدارية في المحيط الهادى :

لما تنقسم هذه الكتلة المائية في المحيط الهادى كما سبق الذكر إلى أربع كتل مختلفة في النصفين الشمالى والجنوبى من هذا المحيط . وتميز الكتلتان الواقعتان في الجانب الغربى من المحيط في نصفيه الشمالى والجنوبى بعظم إتساعهما وتجانس المياه بهما إذا ما قورنت بالكتلتين الواقعتين في الجانب الشرقى من المحيط .

ومن أهم الخصائص الطبيعية التى تميز كتلة المياه المدارية في المحيط الهادى هو انخفاض نسبة ملوحتها إذا ما قورنت بأى كتل مائية سطحية أخرى في الأجزاء المختلفة من البحار والمحيطات . فقد أوضحت الدراسات المختلفة أن نسبة ملوحة المياه السطحية عند درجة حرارة ١٦° م تختلف من مسطح ماى آخر إلا أنها يبلغ أقل نسبة لها بمياه الكتلة المدارية في المحيط الهادى وخاصة في نصفه الشمالى ، ويتضح ذلك من البيان التالى .

| كتل المياه السطحية المختلفة | (جزء فى الألف) | نسبة الملوحة | درجة الحرارة (م) |
|---|------------------|--------------|--------------------|
| المياه المدارية بالمحيط الأطلسى الشمالى . | ٣٦,١٢ | ١٦ | |
| المياه المدارية بالمحيط الأطلسى الجنوبى . | ٣٥,٦٤ | ١٦ | |
| المياه المدارية بالمحيط الهندى . | ٣٥,٦٢ | ١٦ | |
| مياه المحيط الهادى الجنوبى الغربى | ٣٥,٣٠ | ١٦ | |
| مياه المحيط الهادى الجنوبى الشرقى : | ٣٥,١٠ | ١٦ | |
| مياه المحيط الهادى الشمالى الغربى . | ٣٤,٦٢ | ١٦ | |
| مياه المحيط الهادى الشمالى الشرقى) | ٣٤,٥٨ | ١٦ | |

وفي النصف الشمالى من المحيط الهادى تمتد كتلة المياه المدارية في الجزء الغربى من هذا المحيط فيما بين دائرتى عرض ١٠° ، ٤٠° شمالاً ، وبين الساحل الشرقى الأسوى (فيما بين هذه العروض السابقة) غرباً وخط طول ١٦٠°

غرباً من ناحية الشرق . وتحمل كتلة المياه المدارية مسطحات مائية محدودة الأمتداد في الجانب الشرقى من المحيط الهادى الشمالى، وتتركز إلى الجنوب من جزر هاواى فيما بين دائرتى عرض 22° ، 34° شمالاً وتنحصر بين خطى طول 140° ، 150° غرباً ،

أما في النصف الجنوبي من المحيط الهادى فتتميز كتلة المياه المدارية بتجانسها وتشابه أجزائها بشكل واضح : وقد أتضح من دراسة منحنيات الحرارة الملوحة (شكل ٢٢) بأن درجة حرارة المياه بالكتلة المائية المدارية في الجانب الغربى من هذا المحيط تتراوح من 7°م إلى 14°م ، أما نسبة الملوحة فتختلف من $34,50$ إلى $35,60$ في الألف . بينما ترتفع درجة حرارة المياه المدارية في الجانب الشرقى من المحيط الهادى الجنوبي ، حيث تتراوح من 10°م إلى 15°م إلا أن نسبة ملوحة المياه أقل نسبياً من ملوحة المياه المدارية في النصف الغربى من المحيط الهادى . وتؤثر هذه الكتلة المائية كذلك بتأثير دوران الأرض وحركة الرياح والتيارات البحرية .

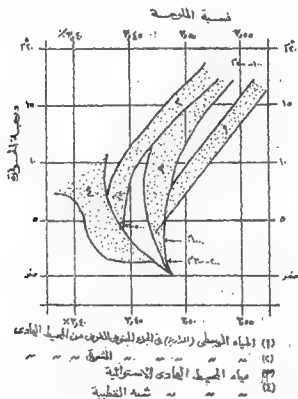
٣ - كتل المياه شبه القطبية والباردة :

أ تعتبر كتلة المياه شبه القطبية أعظم إتساعاً في المحيط الهادى الشمالى عن مثيلتها في المحيط الأطلسى ، وتبلغ متوسط درجة حرارة مياهها عند دائرة عرض 50° شمالاً فيما بين 2° إلى 4°م ، وتنخفض فيها نسبة ملوحة المياه إلى نحو $32,00$ في الألف . ويلاحظ أن هذه الكتلة المائية تتميز باستمرار تجديد طبقاتها تبعاً لتوالى حدوث التقلبات المائية الرأسية وحركة صعود طبقات المياه وهبوطها تبعاً للاختلاف بين كثافة المياه السطحية والسفلية . وترفع نسبة ملوحة المياه كلما أمجها إلى أسفل صوب كتل المياه الأكبر كثافة . فعند عمق 200 متر من سطح الماء ترتفع نسبة الملوحة بمياه هذه الكتلة وتبلغ نحو $34,20$ في الألف . أما الأطراف الشرقية لهذه الكتلة والمستطحات المائية المجاورة لساحل كاليفورنيا فتتميز بارتفاع درجة حرارة المياه السطحية

تبعاً لسقوط أشعة الشمس القوية عليها وقلة التساقط نسبياً وعلى ذلك تميزت -
الهوامش الشرقية لكتلة المياه شبه القطبية في المحيط الشمالى بأشتمالها على كتلة
مائية أخرى تعد كتلة إنتقالية (شكل ٢١) .

وقد تشكلت المسطحات المائية بالمحيط الهادى بمثل هذه الكتل الإنتقالية
وذلك يعزى إلى عظم إتساع هذه المسطحات من جهة وتعدد العوامل المختلفة
التي تؤثر في الخصائص الطبيعية للمياه من جهة أخرى . إلا أن هناك كتلة مائية
إنتقالية تتمثل في المحيط الهادى الجنوى كذلك وتشغل المسطحات المائية
الواقعة بجوار ساحل بيرو - شيلي بأمريكا الجنوبية ، وقد تشكلت الخصائص
الطبيعية العامة لهذه الكتلة بحركة التيارات المائية الرأسية والأفقية ، وخاصة تيار
بيرو - شيلي البارد . (شكل ٢٢) .

أما كتلة المياه شبه القطبية في المحيط الهادى الجنوى فنمتد أبعادها إلى



(شكل ٢٢) قطاعات الحرارة - الملوحة لكتل المائية في النصف الجنوى من المحيط الهادى

الجنوب من كتل المياه المدارية في هذا الجزء من المحيط . وتشغل هذه الكتلة المسطحات المائية الواقعة إلى الجنوب من دائرة عرض 40° جنوباً وتمتد على شكل شريط طولى يمتد في كل المحيطات الجنوبية إلا أنه يختلف من حيث اتساعه تبعاً للظروف الطبيعية المحلية بكل محيط :

وتراوح درجة حرارة المياه السطحية بهذه الكتلة المائية من 4°م إلى 8°م . بينما تتراوح نسبة ملوحة المياه من $20,34$ إلى $40,34$ في الألف . وتتميز أطراف هذه الكتلة المائية خاصة تلك التي تقع بالقرب من السواحل القارية بارتفاع درجة حرارة المياه السطحية عن المتوسط العادى لها ، وينجم عن ذلك زيادة شدة التبخر بالقرب من هذه السواحل (خاصة إذا لم تتشكل السواحل بمصببات الأنهار الكبرى) ، ويؤثر هذا بدوره في ارتفاع نسبة ملوحة المياه السطحية كذلك :

ثالثاً - الكتلة المائية السطحية في المحيط الهندي

يحتل القسم الجنوبي من المحيط الهندي كتلتان من المياه الباردة هما الكتلة المائية القطبية الجنوبية وكتلة المياه شبه القطبية ، وهما أمتداد للكتل المائية الباردة التي لو حظت في كل الأقسام الجنوبية من المسطحات المائية في نصف الكرة الجنوبي . وعلى ذلك تشابه الخصائص الطبيعية لهاتين الكتلتين مع مثيلتيهما في كل من المحيط الأطلسي والهادى .

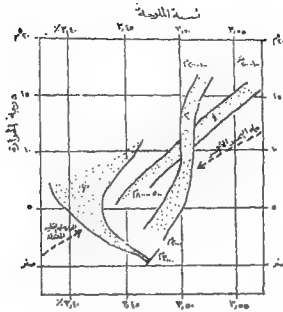
ويقع إلى الشمال من الكتلة المائية شبه القطبية في المحيط الهندي ، كتلة مائية سطحية أخرى ، أشد حرارة وأعظم ملوحة ، وتشغل المسطحات المائية المحصورة بين دائرتي عرض 20° - 35° جنوباً ، وتعرف باسم الكتلة المائية المدارية . وتشابه الخصائص الطبيعية لمياه هذه الكتلة الأخيرة مع مياه الكتل المائية المدارية التي سبق ذكرها في المحيطين الأطلسي والهادى . وتتميز مياه هذه الكتلة بتجانس أجزائها ، على الرغم من عظم مساحتها وأمتدادها

فى المحيط الهندى . ولكن أوضحت الدراسات المختلفة كذلك أن أطرافها الجنوبية أقل تجانساً ، بل غير ثابتة الصفات ولذا قد تعتبر مياهها مرحلة أنقلالية غير مستقرة . وترجع نشأة هذه الكتلة المدارية إلى أثر حركة المياه الراسية من أعلى إلى أسفل تبعاً لاختلاف كثافة الطبقات المائية . وتتغير الصفات العامة للأجزاء الشمالية من هذه الكتلة المائية بالتدريج كلما أبحرنا قرب الدائرة الاستوائية إلى أن تظهر فى النهاية كتلة مائية ذات خصائص طبيعية مختلفة تعرف باسم الكتلة المائية الاستوائية . Indian Equatorial Water

وتحتل الكتلة المائية الإستوائية المسطحات العليا من المحيط الهندى ، وهى تلك التى تقع إلى الشمال من دائرة عرض ١٠° جنوباً حتى السواحل الشمالية للمحيط وتتميز هذه الكتلة كذلك بتجانس أجزائها المختلفة ، اللهم إلا تلك المياه التى تقع أمام مصبات الأنهار الكبرى مثل السند، والكانج ، وإيرواى حيث تقل نسبة الملوحة فى المياه وتنخفض درجة حرارة المياه السطحية نسبياً :

ويمكن القول أن درجة حرارة مياه الكتلة المائية الاستوائية تتراوح من ٨°م إلى ١٧°م ، بينما تتباين نسبة الملوحة من ٣٤,٩٠ إلى ٣٥,٢٠ فى الألف . وأهم ما يميز الكتلة المائية الاستوائية عن الكتلة المائية المدارية فى المحيط الهندى هو أن درجة حرارة مياه الأخيرة أكثر ارتفاعاً تبعاً لقلة سقوط الأمطار .

أما مياه القسم الشمالى الغربى من المحيط الهندى فهذه تتأثر بالتيارات المائية السفلية التى تخرج من البحر الأحمر ، تبعاً لارتفاع نسبة ملوحة مياهه وعظم كثافتها . وعلى ذلك يظهر أثر هذه التيارات فى طبقات المياه السفلية بالمحيط الهندى والواقعة على عمق ٧٠٠م من سطح البحر . حيث تبلغ درجة حرارة هذه المياه السفلية نحو ٢١,٥°م بينما تتراوح نسبة الملوحة من ٤٠,٥٠ إلى ٤١,٥٠ فى الألف : (شكل ٢٣) .

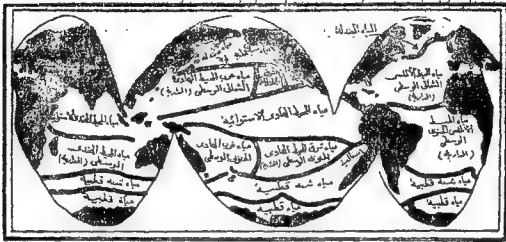


(١١) مياه المحيط الهندي الوسطى أو المداينة .
 (١٢) ~ ~ ~ بحرية .
 (١٣) ~ ~ ~ شبه القطبية .

(شكل ٢٣) قطاعات الحرارة - الملوحة للكتل المائية في المحيط الهندي

تشمل هذه الكتل المائية التي سبق الحديث عنها تلك الطبقات السطحية من مياه البحار والمحيطات ، وتتميز كثافة هذه المياه بأنها قليلة ولا تساعد هذه الطبقات المائية في الاتجاه إلى أسفل اللهم إلا بعد أن تزداد كثافة المياه السطحية بعبء لشدة التبخر أو لعوامل أخرى ، وبذا تتجه المياه صوب قاع المحيط لأسفل الكتل المائية الأخرى الأقل كثافة . وعند حدوث حركات هبوط التيارات المائية إلى أسفل نحو قاع المحيط ، يلزم أن تنتج تيارات مائية أخرى أقل كثافة إلى سطح الماء إلى الطبقات العلوية حتى يمكن للمياه أن تحتفظ بمستواها العام . وبالتالي فكل انخفاض في منطقة ما يقابله إرتفاع للمياه مشابه في منطقة أخرى مجاورة . (شكل ٢٤) .

وينجم عن حركة تقلبات المياه وصعودها إلى أعلى في مناطق المسطحات المائية الباردة ، تكوين كتل مائية شبه سطحية ومنها تلك المعروفة باسم الكتل المائية شبه القطبية والقطبية . وتقع هذه الكتل الأخرى عادة عند مناطق التقاء



(شكل ٢٤) التوزيع الجغرافي للكتل المائية السطحية بالبحار والمحيطات

وتجمع كتل المياه والتيارات البحرية في المسطحات القطبية Antarctic Convergence وهي تمثل كتلة مائية عظيمة الامتداد تتألف من مياه باردة ، قليلة الملوحة متعاقبة فوق طبقات مائية سفلية أكبر مازجة وكثافة من المياه السطحية للكتلة القطبية :

ودلت الدراسات الأقيانوغرافية على أن الكتل المائية القطبية (في نصف الكرة الجنوبي ونصف الكرة الشمالي) في مياه البحار والمحيطات تتميز كذلك بتجانس أجزائها وتشابه الخصائص الطبيعية للمياه في أجزائها المختلفة خاصة في فصل الشتاء . (الشتاء الشمالي بالنسبة للمسطحات المائية في نصف الكرة الشمالي ، والشتاء الجنوبي بالنسبة للمسطحات المائية في نصف الكرة الجنوبي) وتتراوح درجة حرارة المياه شتاء في هذه الكتلة من 1.8°C إلى 12°C . أما في فصل الصيف فتعتمد لتعتمد الشمس على مدار السرطان في نصف الكرة الشمالي وعلى مدار الجدي في نصف الكرة الجنوبي) وسقوطها على المسطحات المائية ترتفع درجة حرارة مياه الكتلة المائية القطبية بشكل واضح إذ تصل إلى نحو 4°C ، وتبلغ أعلى نسب الملوحة في مياه هذه الكتلة خلال فصل الشتاء إذ تتراوح نسبة الملوحة من 34.00 إلى 34.60 في الألف ، وتنخفض نسبة الملوحة في فصل الصيف إذ تصل إلى نحو 33.00 في الألف ، ويعزى ذلك

إلى أثر ذوبان كميات كبيرة من الكتل الجليدية والثلج المتراكم فوق جرينلاند وأنتاركتيكا خلال فصل الصيف الشمالى والجنوبى . وعلى ذلك تتأثر الخصائص الطبيعية للمياه السطحية فى هذه الكتلة بفعل عوامل متباينة يظهر أثرها فى فصول السنة المختلفة ، مما يؤدي إلى تنوع صفاتها ومميزاتهما من فصل إلى آخر ويوضح (شكل ٢٤) التوزيع الجغرافى العام للكتل المائية السطحية بالبحار والمحيطات .

الباب الرابع

الفصل الثامن : المد والجزر

الفصل التاسع : الأمواج

الفصل العاشر : التيارات البحرية

الفصل الثامن

المد والجزر

المد والجزر ، لارتفاع وانخفاض وقي في مستوى سطح البحر . وقد لوحظت هذه العملية منذ القدم ، وعرف أنها تحدث بصورة واضحة في بعض البحار بينها من الصعب إدراكها على طول بعض سواحل البحار الأخرى . وقد أدرك الصينيون القدماء ، واليابانيون ، والأغريق ، والرومان حدوث عوايات المد والجزر بالمسطحات البحرية وبالمياه النهرية عند مصبات الأنهار . كما لاحظ الكتاب العرب كذلك حدوث هذه العمليات بمياه الخليج العربي . وفي بعض المسطحات البحرية الأخرى (١)

أ وقد لاحظ بعض المؤرخين العرب وكذلك سكان السواحل الأوربية التي تكون فيها عملية المد والجزر ، أن هناك علاقة وثيقة بين حدوث هذه العملية وكوكب القمر . فقد تبين لهم أن المد (ارتفاع منسوب المياه) يبلغ أقصى مداه عندما يكون القمر محاقاً أو بدرأ . ومن ثم كان من السهل ملاحظة العلاقة بين موقع القمر ، وحدث عملية المد والجزر على طول السواحل

١ - راجع :

أ - المقدسي . « أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم » ١٢٨٩م - ص ١٣ .

ب - ابن الفقيه ، « مختصر كتاب البلدان » ص ٩ ،

ج - شمس الدين الأنصاري الدمشقي ، « نخبة الدهر في عجائب البر والبحر » : ٧٧٢ هجرية ص ١١٧ ؛

المختلفة . ومع ذلك فلم يستطع هؤلاء الكتاب أو غيرهم إدراك طبيعة هذه العملية وأسباب حدوثها في أوقات معينة .

واستمر الوضع كذلك إلى أن ظهرت نظرية نيوتن Newton الخاصة بعمليات جذب الأجسام 2 وأوضح نيوتن أن عملية الجذب هي التي تنظم سير الكواكب والنجوم في الفضاء . فالأرض تجذب القمر ، كما أن الأخير يجذب كل ما يقع على سطح الأرض : وقد وصل إلى قانونه المشهور وهو أن قوة الجذب بين أى جسمين تتوقف على حاصل ضرب الجسمين ومربع المسافة بينهما . فلو فرض ن هناك جسماً كتلته k_1 وآخر كتلته k_2 والمسافة بين مركزيهما f إذن قوة الجذب بين هذين الجسمين تتناسب مع $\frac{k_1 \times k_2}{f^2}$

وطبقاً لهذا القانون تختلف قوة جذب أجزاء سطح الأرض المختلفة إلى القمر تبعاً لبعده هذه الأجزاء عن مركز القمر .

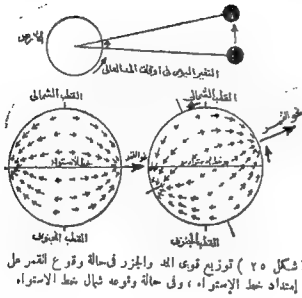
عملية المد والجزر

ساهمت نظرية نيوتن السابقة في إيضاح العوامل التي تؤدي إلى حدوث عملية المد والجزر ، وتبين أن هذه العملية الأخيرة تتأثر بما يلي :-

أ - قوة جذب القمر والشمس للأرض :

ب - قوة الطرد المركزية للأرض .

وقد اتضح كذلك أن قوة الجذب بين القمر والأرض تقل بسرعة كلما بعد الكوكبان عن بعضهما . وعلى ذلك عندما يواجه القمر كوكب الأرض فإن الجزء الذي يواجه القمر تعظم عنده قوى الجذب نحو القمر تبعاً لأقترابه نسبياً من مركز القمر إذا ما قورن بأى جزء آخر بالقرب من مركز الأرض . [فعلى جانب الأرض المواجه لسطح القمر ، تزيد قوة الجذب عن قوة الطرد



المركزية ، وينجم عن ذلك جذب مياه سطح الأرض نحو القمر ، أما على الجانب المضاد لموقع القمر ، فتزيد قوة الطرد المركزي عن قوة الجذب ، ومن ثم يحدث أيضاً جذب المياه أو شداها بعيداً عن موقع القمر (شكل ٢٥)

فإذا اعتبرنا m = المسافة بين الأرض ومركز القمر :

$$K = \text{كتلة القمر}$$

$$Q = \text{نصف قطر الأرض}$$

$$1 = \text{كتلة أى جسم على سطح الأرض} :$$

فيلاحظ أن الأسطح المواجه للقمر يجذب بقوة نحو القمر حيث إن :

$$\frac{K_1}{r_1^2} > \frac{K_2}{r_2^2}$$

(أى أن قوة جذب القمر لكتلة على سطح الأرض تجاه القمر أكبر من قوة جذب القمر لكتلة أخرى تقع عند مركز الأرض) .

أما المسطحات المائية على الجانب الآخر من الأرض والمضاد لموقع القمر تتباعد هي الأخرى ، إلا أن هذا الانبعاج يكون في عكس اتجاه موقع القمر حيث إن :

$$\frac{K_1}{r_1^2} < \frac{K_2}{r_2^2}$$

وتؤثر الشمس كذلك في عملية جذب أجسام سطح الأرض نحوها ،
ولكن يحد تأثيرها محدوداً تبعاً لبعدها المسافة بين الشمس والأرض إذا ما
قورنت بطول المسافة بين القمر والأرض . هذا بالإضافة إلى أن عملية المد
والجزر نفسها لا تتأثر كثيراً بعظم قوة الجذب وحدها بقدر تأثيرها
بالاختلاف بين قوة جذب الأرض من ناحية وجوانب الأرض من ناحية
أخرى :

ويحد مركز القمر عن مركز الأرض بنحو ٢٤٠,٠٠٠ ميل بينما يحد
جانب سطح الأرض المواجه للقمر عن مركز الأخير بنحو ٢٣٦,٠٠٠ ميل .
وعلى ذلك يصبح العلاقة بين قوة جذب مركز الأرض نحو القمر وقوة جذب
سطح الأرض المواجه للقمر متناسب مع (٢٤٠,٠٠٠)^٢ إلى (٢٣٦,٠٠٠)^٢ .
أي بنسبة ٢١ : ٢٠ ومن ثم يتضح أن الفرق بين قوة جذب القمر لمركز
الأرض وسطحها يساوى ١ : ٣٠ من قوة جذب القمر لمركز الأرض :
أما المسافة بين الشمس ومركز الأرض فتبلغ نحو ٩٣,٠٠٠,٠٠٠ ميل :
وتتناسب قوة جذب الشمس للجانب المواجه لها من الأرض إلى قوة جذبها
لمركز الأرض بنسبة (٩٣,٠٠٠,٠٠٠)^٢ إلى (٩٢,٩٩٦,١٠٠)^٢ :
أى ١,٠٠٠,٠٨٦ إلى ١,٠٠٠,٠٠٠

وعلى ذلك يصبح الاختلاف بين القوتين يساوى $\frac{٨٦}{١,٠٠٠,٠٠٠}$ من مدى

قوة جذب الشمس لمركز الأرض [٥]

وعلى الرغم من أن كتلة الشمس تعاد، نحو ٢٥,٥٠٠,٠٠٠ مثلاً لكتلة
القمر ، إلا أنه تبعاً لبعدها المسافة بين الشمس والأرض ، لا تزيد قوة جذب
الشمس لمركز الأرض عن ١٦٩ مثلاً لقوة جذب القمر لمركز الأرض .
وعلى ذلك تحدّد مدى قوة جاذبية الشمس على حدوث عملية المد والجزر
على سطح الأرض بما يلي :

$$\frac{١٦٩ \times ٨٦}{١,٠٠٠,٠٠٠} \text{ من قوة جذب القمر لمركز الأرض } ^{٢}$$

وقد ذكر الأستاذ شترهلمر ١٩٦٢ بأن قوة جاذبية الشمس تعادل نحو ٤٥٪ من قوة جاذبية القمر للمياه البحار والمحيطات على الأرض .

وتتشكل عملية إمتداد المياه على جانبي الأرض (الجانب المواجه للقمر والآخر المضاد له) وإنحصارها في الأجزاء الأخرى ، تبعاً لعملية دوران الأرض حول نفسها من جهة وموقع القمر من جهة وموقع القمر بالنسبة للأرض من جهة أخرى وعلى ذلك فهناك دائماً مناطق يعظم فيها قوى المد وأخرى يقل فيه حدوث المد بالتدريج . وعند دوران الأرض حول محورها فإن القمر بدور كذلك في نفس الاتجاه تبعاً لتأثره بجاذبية الأرض (شكل ٢٥) . فعندما تتم الأرض دورة كاملة ، فإن عليها أن تدور قليلاً كذلك (أكثر من دورة) حتى تلحق القمر وتصبح معه على طول خط زوال واحد (ذلك لأن القمر يتم دورته قبل إتمام الأرض لدورتها وعلى ذلك فإن حدوث المد في يوم ما يكون متأخراً قليلاً عن حدوثه في اليوم السابق وقد يكون هذا الاختلاف ٥٠ دقيقة ، بينما المتوسط العام لحدوث عملية المد في موقع ما تحدث كل (٢٦ دقيقة ، ١٢ ساعة)

المد العالى والمد المعتدل

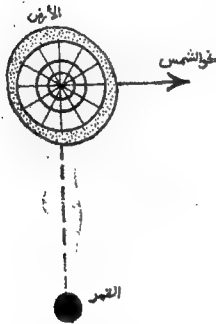
Spring tides and Neap tides.

يتضح مما سبق أن حدوث عملية المد والجزر تعزى إلى أثر جاذبية القمر ، إلا أن الشمس تقوم بعامل منظم كذلك لهذه العملية ، فإذا وقع كل من الأرض والقمر والشمس على خط زوال واحد (أى على استقامة واحدة) كما يحدث ذلك في حالتى البدر والمحاق ، فيعظم حدوث المد تبعاً لإضافة قوة جذب الشمس إلى قوة جذب القمر وجذبهما معاً المسطحات المائية ، ويعرف المد في هذه الحالة باسم المد العالى Spring tides (شكل ٢٦) أما إذا وقع



(شكل ٢٦) المد العالى في حالة البدر

القمر والشمس على طول ضلعي زاوية قائمة بالنسبة للأرض ، فتضعف أو تقلل قوة جذب الشمس Solar tides من تأثير قوة جذب القمر Lunar tides للمسطحات المائية على الأرض . وعلى ذلك يقل منسوب المد العالى ، ويعرف المد في هذه الحالة باسم المد المعتدل Neap tides (شكل ٢٧)



(شكل ٢٧) المد المعتدل

وحيث إن مدار القمر يضاوى الشكل فإن طول المسافة بين مركز القمر ومركز الأرض يختلف تبعاً لموقع القمر في مداره بالنسبة للأرض . وقد تبين أن قوة الجذب القمري للأرض تزداد بنحو ٢٠٪ من قوة جذب القمر العادية للأرض ، عندما يقترب القمر وهو في مداره من مركز الأرض ، ويذكر في هذه الحالة بأن القمر قريباً من الأرض Inperigee ، بينما تقل قوة الجذب القمري للأرض عندما يبعد وهو في مداره عن مركز الأرض ،

ويذكر في هذه الحالة بأن القمر يبعد عن الأرض in apogee ؛ ويجب أن نشير إلى حقيقة هامة وهى أنه ليست كل السواحل التى تقع على خط طول واحد يحدث عندها المد في نفس الوقت : وعلى سبيل المثال نجد مثلاً أن كلا من ليفربول ومدينة ليث Lith يقع عليهما على خط طول واحد هو ٣° غرباً ، إلا أن الفرق الزمني لحدوث المد عند هذين الموقعين يبلغ نحو ٣ ساعات (١) : وعلى ذلك يتضح أن هناك عدة عوامل أخرى تشكل طبيعة عملية المدوتغير ميعاد حدوثها على طول أجزاء السواحل المختلفة إلى جانب القوى الرئيسية التى تتمثل في قوة جذب القمر وقوة جذب الشمس للأرض (٢) . ومن أهم هذه العوامل :-

- 1- Lake P., (Physical Geography), Cambridge, 1958.
- 2- King, G. A. M., (Oceanography for geographers) London 1962;

١ - مدى إتساع المسطحات المائية .

ب - مدى إتساع اليابس وكيفية توزيعه بين المسطحات المائية :

ج - مدى عمق مياه البحر :

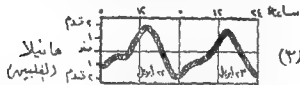
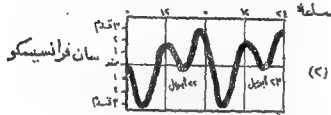
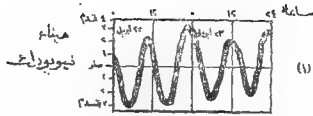
د - طول موجات المد وأختلاف سرعتها من موقع الى آخر :

هـ - كيفية تشكيل السواحل بواسطة الخلدان والمضايق البحرية وسرعة الرياح ؛
وأختلاف أنماطها .

ففى المسطحات المائية العميقة، الأتساع يظهر المد على شكل موجات بحيث يمثل « المد العالى » قمة الموجة ، بينما يمثل الجزر قاع الموجة .. وترحل هذه الموجات فى مياه المحيط دون تأثير فعل جاذبية القمر أو الشمس . وحيث إن طول موجة المد فى البحار المفتوحة (فيما عدا البحار القطبية) أعظم بكثير بالنسبة لعقد المحيط ، فتتوقف سرعة موجات المد فيها على أساس أختلاف عمق المياه . بينما فى البحار التى تشكلها كثير من الجزر وأراضى اليابس ، تصطدم موجات المد بها وتنعرج حركتها . وقد تبين كذلك أن سرعة موجات المد تعظم فى المحيطات العميقة وتقل فى البحار الضحلة .

أشكال منحنيات المد والجزر

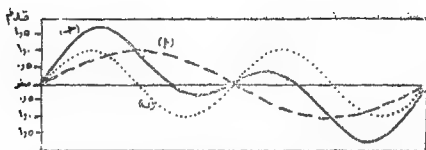
قد لا يحدث المد على طول بعض السواحل مرتين فى اليوم الكامل ، بل قد يتميز المد بحدوثه مرة واحدة فقط ، يرتفع فيها منسوب المياه إرتفاعاً ملحوظاً ثم يأخذ فى الانخفاض التدريجى إلى أن يرتفع منسوب المياه مرة أخرى فى اليوم التالى . ويطلق على منحنى المد فى هذه الحالة تعبير « منحنى المد ذو القمة الواحدة » ، وتمثل هذه الحالة بالمياه الساحلية لخليج المكسيك . بينما قد يتميز منحنى المد بظهور قمتين واضحتين ، كما يحدث ذلك على طول سواحل المحيط الأطلسى الشمالى . (شكل ٢٨) . بينما على طول بعض السواحل الأخرى قد تظهر أكثر من قمتين لمنحنى المد أو قد تتداخل قمم



(أ) شبه عادية (ب) مركبة (ج) عادية
(شكل ٢٨) تسجيل ثلاثة أشكال مختلفة لمنحنيات المد والجزر

المد في بعضها ويعرف منحنى المد في هذه الحالة باسم منحنى المد

و يسجل منسوب سطح الماء واختلافه من وقت إلى آخر خلال اليوم الواحد الكاهل على ورق خاص يستبدل في الجهاز يوميا. (شكل ٢٩).
ويظهر بعد تمجيد يوم كامل لمنحنى المد، طبيعة أشكال المنحنيات المختلفة سواء أكانت ذات قمتين (أمام ساحل نيويورك) أو مركبة (أمام سان فرانسيسكو) أو ذات قمة واحدة (مياه جزر الفلبين).



(أ) - مد البحر في خليج المكسيك حول جزر الفليبين
(ب) - المد في القسطنطينية في المحيط الأطلسي الشمالي
(ج) - المد في المركب

(شكل ٢٩) أشكال منحنيات المد والجزر

النظريات الخاصة بتفسير حركة موجات المد والجزر

على الرغم من معرفة العوامل التي تؤثر في حدوث عملية المد والجزر إلا أن تفسير حدوث حركة موجات المد وإنقاذها من مكان إلى آخر ما زالت تحتاج إلى تفسيرات أكثر دقة من تلك التي رجحت حتى اليوم . ويمكن أن نلخص الآراء التي رجحت لتفسير حركة موجات المد فيما يلي :-

١ - رجح البعض أن موجات المد العظمى تحدث في المحيطات الواسعة المفتوحة خاصة في العروض الباردة الجنوبية ، ومنها تتجه شمالا في كل المحيطات (الهندي ، والهادي ، والأطلسي) . وتعرف هذه النظرية باسم موجات المد المتقدمة أو المتلاحقة The progressive wave theory

٢ - رجح البعض الآخر أن موجات المد ليست متلاحقة ، بل تحدث في مسطحات مائية ما ، إذا ما أرتفع منسوب المياه فيها عن غيرها من المسطحات المائية الأخرى المجاورة ، وعلى ذلك تتجه تيارات المد من المسطحات المائية المرتفعة المنسوب إلى الأخرى الأقل منسوباً . وتعرف موجات المد في هذه الحالة باسم « موجات المد الثابتة » Stationary wave theory

ويمكن تفسير هذه النظرية الأخيرة عملياً إذا أحضرنا وعاء مستطيل الشكل ويملاً حتى منتصفه بالمياه . فإذا ارتفع منسوب المياه في جانب واحد من جوانب الأناء ، ينخفض الجانب المواجه له بنفس المنسوب تقريباً ، ويظهر سطح الماء على شكل خط مستقيم مائل غير متقطع Uninodal line أما إذا فرض أن ارتفاع منسوب المياه في جانبي الأناء بالنسبة لجزئه الأوسط ، أو ارتفعت المياه في وسط الأناء بالنسبة للمياه عند جانبيه ، فيظهر سطح الماء في هذه الحالة على شكل خط منكسر أو مزدوج ذو قمة محدبة (في الحالة الأولى) أو مقعر (في الحالة الثانية) ويعرف الخط باسم Binodal line وإذا حدث أن ارتفع منسوب المياه في الإناء بأكثر من جزء فيظهر سطح الماء على شكل قمم كثيرة Multinodal line .

ولا يحدث ارتفاع قمم المياه في الأناء في وقت واحد ، بل تتأثر حدوثها بعدة عوامل يمكن تحديدها في المعادلة الآتية : —

$$N = \frac{L^2}{g \times \rho}$$

حيث إن :

N = طول الفترة الزمنية التي يحدث فيها ارتفاع منسوب المياه أو انخفاضه :

L = طول الأناء .

g = عمق المياه في الإناء .

ρ = قوة الجاذبية :

وهنا نتساءل كيف تتم عملية حركة أمواج المد في الطبيعة تبعاً لآراء هذه النظرية الأخيرة ؟ ويؤكد ويؤيد هذه النظرية أن أهم العوامل التي تساعد على حدوث حركة ارتفاع المياه الوتية أو انخفاضها هو طبيعة عملية الجذب بين كل من القمر والشمس والأرض ، تبعاً لواقعها المختلفة في مداراتها . وحيث إن الأرض تدور حول نفسها دورة كاملة في مدة زمنية تبلغ ٢٤ ساعة ، فيظهر أثر فعل الشمس Solar tide للمكان الواحد على سطح الأرض كل

١٢ ساعة تقريباً ، بينما يتم دورة القمر دورة كاملة حول الأرض في نحو ٢٤,٥٠ ساعة ، وعلى ذلك فإن أثر فعل جذب القمر Lunar tides للمكان الواحد سطح الأرض يتم كل ١٢,٢٥ ساعة تقريباً .

وحيث إن جذب الشمس لسطح الأرض في مكان ما ، قد يكون قبيل حدوث جذب القمر لهذا المكان أو بعده ، فإن إرتفاع المد وأوقات حدوثه في هذا المكان يختلف من وقت إلى آخر تبعاً لاختلاف هذه القوى التي تؤثر فيه . ومن هنا تبلورت نظرية أمواج المد الثابتة على أساس أن هناك أجساما من المياه بالمحيط يرتفع منسوبها أو ينخفض في فترات مختلفة تبعاً لمدى تأثيرها بجاذبية القمر والشمس بالإضافة إلى أعماق هذه المياه وطبيعة تحرك المياه نفسها بفعل عملية الجذب .

وعلى ذلك فقد استطاع هاريس Harris تقسيم بحار العالم إلى مناطق مختلفة تبعاً لارتفاع منسوب المد فيها وأوقات حدوثه ، كما أوضح كذلك طبيعة خط المد Nodal line ، سواء أكان فردياً أو مزدوجاً أو مركباً .

وقد حققت هذه النظرية الأخيرة نجاحاً ملحوظاً في الآونة الأخيرة ؛ ذلك لأن نظرية أمواج المد المتلاحقة كانت تفسر اختلاف منسوب المد وأوقاته في الأماكن المتجاورة تبعاً لتراكم أمواج المد في هذا المكان من اتجاهات مختلفة Overlapping of waves ، ولم تسطع أن تفسر اختلاف عملية المد تبعاً لموقع الساحل . بينما أدخلت هذه النظرية الأخيرة إلى جانب عملية الجذبين الشمسي والقمرى للأرض ، عوامل جديدة تؤدي إلى اختلاف منسوب المد وأهمها عامل انزمن الذي يحدث فيه الجذب الشمسي أو القمرى نفسه من ناحية . وعوامل ثانوية أخرى تتلخص في عمق المياه وطبيعة امتداد اليابس والماء الذي يؤثر بدوره في شكل خط المد .

وعلى أساس هذه النظرية الأخيرة نجح شيرنيك Sterneck عام ١٩٢٠ في رسم خريطة توضح خطوط أوقات المد المتساوية في المحيط الأطلسي الشمالي

tidal - line ، وقد نجح في تفسير أشكال موجات المد بعد دراسته
لعمق المحيط في هذا الخط وتوزيع اليابس والماء والزمن الذي يحدث فيه
للد القمرى والمد الشمسى للمواقع المختلفة .

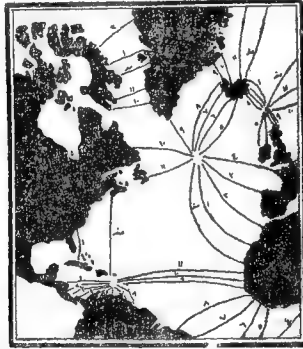
حركات المد والجزر في بعض بحار العالم

يشكل حركات المد والجزر تبعاً لأشكال أحواض المسطحات المائية ،
طبيعة السواحل التي تحفها والخصائص الطبيعية للمياه ، وعلى ذلك أصبح لكل
حوض منها حركات مد وجزر خاصة به ومستقلة عن غيره من المسطحات
المائية الأخرى .

ففي المحيط الأطلسى عامة تعزى عمليات المد والجزر إلى تأثير جاذبية
قمر الشمس للمياه من ناحية وخصائص حوض المحيط وأشكال سواحل
ناحية أخرى . ويتميز القسم الشمالى منه بحدوث قمتين للجزر في اليوم
أواحد على طول الساحل الشرقية والغربية للمحيط . وقد تصل قمة المد
الرومى أمام ساحل مدينة نيويورك نحو ٣,٢ قدم . أما على طول سواحل البحر
الكاريبى فلا يمثل سوى قمة مد عظمى واحدة في اليوم الكامل . (شكل ٣٠)
ويطابق على الفرق بين أعلى مندوب للمياه (خلال عملية المد) وأقل مندوب
للمياه (خلال عملية الجزر) ، تعبير « فرق المد » .

ويلاحظ أن عملية المد والجزر التي تحدث في البحار شبه المغلقة مثل البحر
الأبيض المتوسط وبحر البلطيق بسيطة جداً ، فلا يتعدى إرتفاع المد أمام
السواحل المصرية أكثر من ٣٠ سم ، بينما لا يزيد فرق المد أمام السواحل
البحر الكاريبى عن ٢ قدم . ويتراوح المد على طول الساحل الجنوبية
الشرقية للولايات المتحدة من ١ - ٤ قدم . وعلى طول سواحل المملكة المتحدة
لا بد من وضع أثر عمليات المد والجزر في الحسبان عندما تفرغ السفن
من بضائعها ، حيث يؤثر إرتفاع المياه (من ٥ - ٣٠ قدم) على حركة الملاحة
بالموانئ وبمناطق المد في الخلجان البحرية والمتصلة بالبحر ولا بد من معرفتها

جيداً . وعلى سبيل المثال يبلغ فرق المد في ميناء شيريبورج Cherbourg بفرنسا نحو ١٧ قدم ، بينما يبلغ في ليفربول نحو ٢٩ قدم ، ويبلغ فرق المد عند رأس خليج فوندى Fundy بشبه جزيرة نوفا سكوتشيا نحو ٤٢ قدم بل قد يبلغ المد العالى في الخليج أكثر من خمسين قدم . وفي خليج سانت مالو St. Malo على ساحل بريتانى يبلغ فرق المد نحو ٤٠ قدم ، وينجم عن ذلك تكوين تيارات بحرية قوية يبلغ سرعتها نحو ٨ ميل في الساعة . وفيما بين أوركنى وجزر شتلند تبلغ سرعة تيارات المد نحو ١٢ ميل في الساعة . بل وعند مصب نهر هوانج هو بالصين الشعبية يرتفع المد إلى نحو ١٦ قدم وتتكون تيارات مائية محلية تبلغ سرعتها ١٧ ميل في الساعة . ١



(شكل ٣٠) خطوط أوقات المد المتساوي في المحيط الاطلسى الشمالى

المد والجزر بالمسطحات المائية حول الجزر البريطانية .

تبعاً للدراسات التفصيلية التي أجريت في بحر الشمال والبحر الأيرلندى ، وتسجيل منسوب المياه في أوقات مختلفة ، أمكن رسم خطوط أوقات المد المتساوي Co-tidal-lines حول الجزر البريطانية . فلم ترسم هذه الخطوط

وفقاً لأراء نظرية معينة ولكنها رصدت بعد تسجيل منسوب المياه في أوقات مختلفة . وتظهر نتيجة هذه القياسات في شكل (٣١) الذى يوضح خطوط أوقات المد المتساوى حول الجزر البريطانية . ويلاحظ من دراسة هذه الخريطة أن خطوط أوقات المد المتساوى تتلاقى في نقطة واحدة ثابتة المنسوب



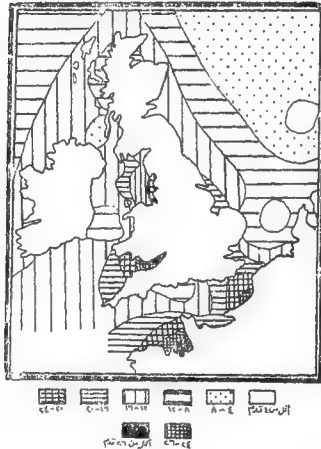
دائماً ، في بحر الشمال يطلق عليها اسم «Amphidromic point» . وتمثل خطوط أوقات المد المتساوى كذلك ، مناسيب مختلفة للمياه حيث ، يلاحظ ارتفاع منسوب المياه أو انخفاضه عندما نعبّر من خط إلى آخر . وتدور هذه الخطوط حول النقطة الثابتة المنسوب في عكس اتجاه عقرب الساعة .

(شكل ٣١) خطوط أوقات المد المتساوى حول الجزر البريطانية

ويعظم فرق المد في خليج برستول (من ١٠ - ٢٦ قدم) ، وفي مياه البحر الأيرلندى (١٠ - ٣٠ قدم) . وفي القناة الإنجليزية (١٠ - ٢٥ قدم) بينما يقل فرق المد نسبياً في الجزء الشمالى الشرقى من بحر الشمال (شكل ٣٢) .

وقد أمكن تعيين مراحل تكوين عملية المد والجزر في بحر الشمال ؛ بالاستعانة بالدراسات التجريبية الميدانية ورصد مناسيب المياه في أجزاء بحر الشمال خلال أوقات مختلفة . وقد أتضح أن منسوب المياه يرتفع في الجزء الأوسط من بحر الشمال إذا ما قورن بالجزئين الشمالى والجنوبى منه ، ، بعد مضي ثلاث ساعات تتجه تيارات المد من هذا القسم الأوسط إلى القسمين الآخرين ، وبعد ثلاث ساعات أخرى عندما ينخفض منسوب المياه في القسم الأوسط عن القسمين الشمالى والجنوبى من بحر الشمال تتجه التيارات من

الشمال والجنوب إلى القسم الأوسط . (شكل ٣٣ ، ب ، ج : د) . ولكن يختلف منسوب سطح الماء فيما بين الجانبين الشرق والغربي كذلك . ومع أثر فعل دوران الأرض حول نفسها واتجاه الرياح تتشكل تيارات المد ومن ثم



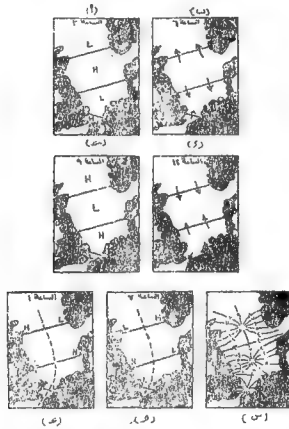
(شكل ٣٢) متوسط ارتفاع منسوب المد حول الجزر البريطانية

تتخذ ثلاثة مراكز في شمال بحر الشمال ووسطه وجنوبه وتغل بورها فقط ثابتة المنسوب ، وتتفرع منها خطوط أوقات المد المتساوي على شكل أنوار تتجه في عكس عقرب الساعة (شكل ٢٣ هـ و ، س) .

حركة المد والجزر في المصببات الخليجية للأنهار

في الخليجان البحرية

دلت الدراسات المختلفة على أن حركات المد والجزر التي تشاهد في المصببات الخليجية لبعض الجارى النهرية تعزى أساساً إلى حدوث عمليات



(شكل ٣٣) مراحل تكوين عملية المد والجزر في بحر الشمال

المد والجزر في البحار التي تصب فيها الأنهار . وعلى ذلك فتتوقف طبيعة عملية المد والجزر عند مصبات الأنهار تبعاً لطبيعة المد والجزر على طول ساحل البحر الذي يصب فيه هذا النهر . وحيث إن النهر يصب في البحر (منسوبه أكثر ارتفاعاً بالنسبة المستوى سطح البحر غالباً) فإن على حركة موجات المد

أن تقاوم فعل الجاذبية . وهذه بالتالى تودى إلى إضعاف قوى المد فى النهر من ناحية ، كما أنها تقصر من طول الفترة الزمنية للمد وتزيد من طول لفترة الزمنية للجزر (١) :

وحيث إن النهر كذلك يصب بعض المياه فى البحر ، وهى تناسب فى عكس إتجاه موجات المد الآتية من البحر إلى النهر ، فينجم عن ذلك اختلافات ثانوية فى منسوب المد وأوقات حدوثه . وتتوقف هذه الاختلافات الأخيرة على مدى كمية المياه التى يصبها النهر فى البحر بالنسبة إلى كمية المياه التى تدفعها موجات المد من البحر إلى النهر . وعلى ذلك فهناك أختلاف واضح بين منحنى المد عند مصب النهر حيث يتميز ببساطته وبظهور أثر فعل المد من البحر صوب النهر ، بينما يتصف منحنى المد بالتعقد كلما اتجهنا صوب أعالي النهر ويتنوع إرتفاع منسوب المد عند مصبات الأنهار من مجرى إلى آخر ، فهو عند مصب نهر سفرون Severn يتراوح من ٣ - ٤ قدم بينما عند مصب نهر سين كيانج Tsien-tang-Kiang فى جنوب الصين الشعبية يبلغ نحو ١٢ قدماً (٢) .

وكما هو الحال بالنسبة لحركات المد عند مصبات الخليجية انذرية ، فإن طبيعة حركة المد والجزر فى الخليجان البحرية تتوافى على الأخرى على أساس حدوث تلك الحركة فى البحار المجاورة . وفى معظم الأحيان تشاهد موجات المد فى الخليجان البحرية على شكل موجات متلاحمة Progressive Waves متتابعة تتجه صوب رأس الخليج . وحيث إن انحدار قاع معظم الخليجان البحرية ينحدر صوب البحر ، لذا فإن حركة المد يقل مداها تبعاً لأحتكاك موجات المد بالقاع . وعلى ذلك تنخفض سرعة موجات المد فى الخليجان كلما اتجهنا صوب رأس الخليج .

1- Lake, P., (Physical Geography), Cambridge 1958.

2- King, G. M. A., (Oceanography for Geographers), London 1962

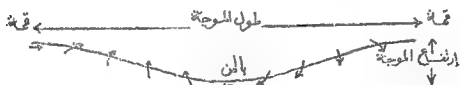
الفصل التاسع

الأمواج

قد اتخذ مياه المحيط السطحية عند تحركها ما يطلق عليه اسم الأمواج . وقد بهرت الأمواج العاتية العالية الانسان الأول وجعلته يقترب من خط الساحل بحذر شديد . وكثيراً ما تقيد بأرض اليباس التي يعيش عليها ، وقد كانت الأمواج العالية في البحار المضطربة من أهم المشكلات التي كانت تواجه السفن الشراعية الخاصة برحلات المصريين القدماء ، والفينيقيين والأغريق والأسكندنافيين والإسبان والبرتغال . وقد عنى قباطنة السفن التي كانت تمخر عباب المحيط الأطلسي الشمالي فيما بين السواحل الغربية لأوروبا والساحل الشرقي للعالم الجديد الذي أكتشف عام ١٤٩٢ بدراسة الأمواج البحرية وحالة البحر وأهمية ذلك على الملاحة في المحيط .

ولانتصر دراسة أمواج البحر على نوع معين من الدراسات فقط ، بل هي تهتم كل من الباحثين في علوم الرياضة والطبيعة والأقبيانوغرافيا الطبيعية ، والجيو مورفولوجيا ، وهندسة الموانئ . وحتى الوقت الحاضر لاتزال دراسة الأمواج من الناحية الرياضية وتحديد خصائصها وسرعتها في الأعماق المختلفة تحتاج إلى كثير من الجهد والبحث :

وقبل الحديث عن تصنيف أشكال الأمواج وتحديد نشأتها وسرعتها ، يحسن أن نشير إلى بعض المصطلحات العلمية التي تتعلق بشكل الموجة نفسها (شكل ٣٤) .



(شكل ٣٤) شكل الموجة والمصطلحات الخاصة بمورفولوجيتها العامة

ارتفاع الموجة : (ت) ، ويرمز إلى طول المسافة الرأسية بين قمة الموجة وقاعها .

طول الموجة : (ل) ، ويقصد به المسافة الأفقية بين قمتين أو قاعين لوجتين متجاورتين .

زمن دورة الموجة : (ن) الزمن الذي تستغرقه الموجة في دوران دورة كاملة لكي تمر من قمة إلى أخرى .

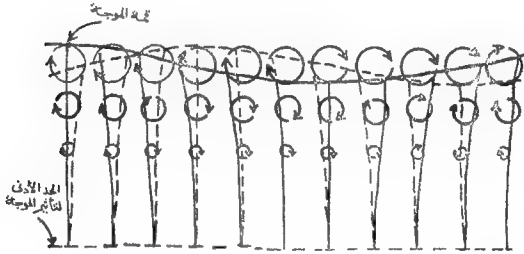
سرعة وجه الموجة : (ع) وهى عبارة عن طول الموجة مقسوماً على زمن دورة الموجة .

$$\text{أي أن } \frac{ل}{ن} = ع$$

ويقاس ارتفاع الموجة في المملكة المتحدة ، والبلاد التي تستخدم المقاييس الإنجليزية بالأقدام بالنسبة لسرعة الرياح بالأميال في الساعة . ومتوسط ارتفاع الأمواج في البحار والمحيطات يتراوح من ٥ - ١٥ قدماً ، وقد يزداد فيما بين ٤٠ - ٥٠ قدماً خاصة أثناء حدوث العواصف . ويتراوح طول الموجة من ٢٠٠ - ٧٠٠ قدم ، وسرعتها من ٢٠ - ٦٠ ميل في الساعة ولا تتبع الأمواج نظاماً معيناً يوضح الطرق المختلفة التي تسلكها ، بل إلى جانب اختلاف الأمواج من حيث أطوالها وأبعادها ، كثيراً ما تتداخل في

بعضها وتتلاحق وتشابك فيختنى الصغير منها في داخل الموجات الكبيرة ،
وينجم عن ذلك تجمع قممها وتداخلها في بعضها .

وتتشكل أمواج المحيطات المفتوحة تبعاً لسرعة الرياح وطول الفترة الزمنية التي يشتد خلالها فعل الرياح . وقد رجح بعض الكتاب أن أعظم الأمواج إرتفاعاً تتكون في البحار الجنوبية (فيما بين ٤٠° جنوباً وسواحل انثارتيكه) ، وترحل هذه الأمواج مسافات بعيدة نحو الشمال حتى ولو خرجت من نطاق الرياح التي نشأت فيه . كما تبين كذلك أن الأمواج التي تشاهد على سواحل كاليفورنيا خاصة في فصل الصيف ما هي إلا نتيجة للعواصف التي نشأت في المحيط الهادى الجنوبي . وعلى ذلك تسير الأمواج مسافة تزيد عن ٥٠٠٠ ميل من موقع نشأتها الأولى . ويلاحظ أن الأمواج تدور أجزائها في حركة دائرية بحيث ترجع أجزائها بعد دورانها إلى نفس



(شكل ٣٠) الحركة الدائرية لأجزاء مياه موجة متوسطة الارتفاع

مواقعها الأولى تقريباً (١) . ذلك لأنه لو كانت المياه تسير بنفس سرعة الأمواج (٢٠ - ٦٠ ميل في الساعة) لتعذر استخدام المحيطات في الملاحة البحرية . وتدور أجزاء الموجة دورة كاملة بحيث يقل محيط الموجة كلما

1- Lake, P., (Physical Geography), Cambridge, (1958), p. 156.

أتجهت صوب المياه استوائية ، حتى تتلاشى الأمواج نهائياً عند عمق ٣٣٠ قدم من سطح الماء . (شكل ٣٥) .

إذا تصورنا أن هناك موجة يبلغ طولها ٣٣٠ قدم وإرتفاعها ١٦ قدم . وتسير بسرعة ٢٨ ميل في الساعة ، ففي هذه الحالة تبلغ سرعة الأجزاء السطحية من الموجة نحو ٤.٥ ميل في الساعة ولكن على عمق ٦٥ قدماً من سطح الماء . تبلغ سرعة المياه نحو ١.٢ ميل في الساعة فقط (١) بينما على عمق ٣٣٠ قدم تتلاشى الأمواج تماماً . وعلى ذلك نجح فيننيج مئزير Vering-Meinsz في رصد فروقاته عن الحاذية . عندما سكنت غواصته على عمق ١٠٠ قدم فقط من سطح الماء دون أن تتأثر بحركة الأمواج .

كيفية نشأة الأمواج

يجد القارئ في صفحات التاريخ البشرى محاولات أولية تفسر نشأة الأمواج . فقد أرجعها البعض إلى غضب الله عن القوم لأقترافهم بعض الأعمال المعصية . أو إلى سكنها يقوم آخرين ينتشرون فوق قاع البحر ولهم مملكتهم الخاصة ، وهم المشرفون على مملكة المحيط . ومنذ بداية القرن العاشر الميلادي أكد الرحالة العرب العلاقة الواضحة بين هبوب الرياح وسرعتها وتكوين أمواج البحر العالية بل والمواسم المناسبة للملاحة البحرية في بحار العالم المختلفة .

فيذكر ابن جبير في رحلته المشهورة فيما بين ١١٨٢ - ١١٨٥ ميلادياً ، العلاقة بين اتجاه الرياح وسرعتها ، وأمواج البحر ، ومواسم السفر فوق البحر في كل من البحرين الأبيض المتوسط والأحمر . (راجع الفصل الثامن)

وقد تبع تقدم العرب في فنون الملاحة البحرية والفلك مرحلة تالية هور عظمى في العلوم والفنون خلال فترة العصور الوسطى في أوروبا حتى سيطرت المعتقدات الدينية على كل نواحي الحياة العلمية . ولكن عند بداية مرحلة الكشف

1 Gilluly, T., (Principles of Geology), New York, (19٥9) p. 30.

الجغرافية في القرنين الرابع عشر والخامس عشر الميلاديين، ورحلات جيمس كوك ورحلات قباطنة أوروبا إلى سواحل أمريكا الشمالية أكدت ملاحظاتهم العلاقة بين أمواج المحيط العالية والرياح . وقد أوضحت الدراسات الأقيانوغرافية الحديثة مصداق هذا الرأي الأخير وأرجحت تكوين الأمواج في البحر إلى عاملين أساسيين هما :

١ - عامل رئيسي ، وهو أثر فعل حركة الرياح .

٢ - عامل ثانوي . يتمثل في تكوين بعض الأمواج العالية بفعل حركة المد والجزر والحركات الفجائية الزلزالية والثورات البركانية في المحيط .

وعلى الرغم من ذلك فإن الطريقة التي تتحول بها قوة دفع الرياح للمياه وتكوينها أمواجاً في المحيط ليست معروفة إلى الآن بالضبط . وقد حاول بعض الباحثين ومن بينهم سفردروب Sverdrup (١٩٤٧ - ١٩٦٢) (١) ، وجفرزيس Jeffreys عام ١٩٢٥ ، (٢) وميلز Miles عام ١٩٦٠ (٣) تفسير نشأة الأمواج وتطور تكوينها بفعل حركة الرياح . وقد أجمع معظمهم على أنها ترجع إلى أثر ضغط الهواء الملاصق لسطح الماء واحتكاكه به ومن ثم تتكون موجات مائية دائرية .

تصنيف الأمواج البحرية

رجح بعض الباحثين تصنيفات مختلفة لتمييز مجموعات الأمواج في بحار العالم . فقد قسمت الأمواج على أساس اختلاف شكل الموجة وسرعتها إلى ما يلي :

١ - أمواج سريعة تبلغ سرعتها من ٤٠ - ٦٠ ميل في الساعة وتتكون في

- 1- Sverdrup, H. U., et., (The oceans,...) Prentice Hall, (1962).
- 2- Jeffreys, H., (On the formation of water by wind), Proc Roy. Soc., London, (1925), 189-206.
- 3- Miles, J. w., (On the generation of surface waves...) Jour. Fluid Mech. vol. M. (1960), 469 - 478.

البحار المفتوحة تحت تأثير الرياح الشديدة .

٢ - أمواج متوسطة السرعة تبلغ سرعتها من ٢٠ - ٤٠ ميل في الساعة وتكون كذلك في البحار المفتوحة بعد أن تقل سرعة الرياح نسبياً وقد تكون أثناء حدوث المد العالي كما هو الحال في خليج بوسطن أو حدوث العواصف والأنواء والتورانات البركانية التي تنتاب أرضية المحيط .

٣ - أمواج محدودة السرعة من ٥ - ٢٠ ميل في الساعة ، وتظهر خارج نطاق الرياح التي كونتها في البداية .

٤ - أمواج هادئة ، ودی التي تقل سرعتها عن ٥ ميل في الساعة ، وهذه تشكل عادة المياه المسطحة التي يلاصقها هواء شبه ساكن ، كما هو الحال بالنسبة للأمواج بعض البحيرات . (١)

وتبعاً للعلاقة الواضحة بين تكوين الأمواج بفعل الرياح فقد قسم بعض الباحثين الأمواج إلى المجموعات الآتية : -

١ - الأمواج الأولية أو أمواج البحر Sea waves ، وهي عبارة عن الأمواج عند بداية نموها بفعل احتكاك الرياح لسطح الماء ، وفي هذه الحالة لم يكتمل الشكل العام للموجة ذلك لأنها في هذه المرحلة عبارة عن مياه تعلو أجزائها وتهبط دون أن تتخذ نمط معين بتأثير حركة الرياح .

٢ - الأمواج القمعية Swell : وهي تلك التي تخرج عن نطاق هبوب الرياح ، وتكون لنفسها شكلها العام ، وتسير في المحيط دون تأثير دفع الرياح لها .

٣ - الأمواج المتكسرة الأمامية : Forerunners . عندما يقل عمق المياه بالنسبة لطول الموجة ، لا تتمكن أجزاء الموجة من الدوران دورة كاملة بل تعطلد بالقاع وتتكسر ، وهنا تعرف بأسم الأمواج المتكسرة الأمامية .

1- Shepard. F. P. (Submarine geology) N. Y. (1963).

٤ - الأمواج المتكسرة Breaker : وهي عبارة عن الأمواج التي تضعف سرعتها فجأة تبعاً لصحولة انقاع بالنسبة لطول الموجة وارتفاعها .

فتتكسر وتتلاطم بشدة على طول خط الساحل وصحوره الشاطئية .

ويمكن تقسيم مجموعات الأمواج حسب اختلاف شكلها العام إلى مايلي :

١ - الأمواج انقبائية الشكل : Sinusoidal waves يظهر في هذه الأمواج الثعبانية الشكل قمم الموجة وقاعها بوضوح ، وتتميز بأنها محدودة الارتفاع وغير منتظمة الشكل كما أنها غير متساوية في الحجم . وغير منتظمة الشكل كما أنها غير متساوية في الحجم .

٢ - الأمواج الحازونة : Trochoidal waves تتكون هذه المجموعة من الأمواج في البحار المفتوحة وتتميز بأنها غير محدودة الارتفاع .

٣ - الأمواج الفردية المنعزلة : Solitary waves تتكون هذه الأمواج عادة في المياه الضحلة ، بحيث لا تتلاحق الأمواج ولا تتابع بعضها البعض الآخر ، بل قد تظهر قمة لموجة ما بينما يبدو سطح الماء مستويا غير موج . ومن ثم تتباعد مثل هذه الأمواج المنعزلة عن بعضها .

وقد تصنف الأمواج حسب مقياس بيوفورت الدولي ، إلى عدة مجموعات مختلفة تبعاً لاختلاف سرعتها وارتفاعها وأشكالها . كما يتضح في الجدول الآتي :

وتتنوع حالة البحر ومظهره العام تبعاً لحدة الأمواج ومدى قوتها وارتفاعها فإذا كانت الأمواج هادئة أو رقيقة ، فيتميز سطح ماء البحر بأستوائه الشديد وصفائه الواضح (خاصة إذا كانت نسبة المواد العالقة بالمياه قليلة) ولا يظهر فيه تكوين الزبد . ولكن كلما ازدادت الموجات ارتفاعاً وإضطراباً

1- Von Arx. w. S., (An Introduction to physical oceanography),
Massachusetts. U. S. A., (1962) 68 - 69.

| أرقام الموجات | سرعة الرياح التي تصحب حدوث لأمواج بالعقدة كم / الساعة | الإرتفاع بالأقدام | الاصطلاح الذي التي تعرف به الموجة |
|------------------|--|----------------------|---|
| صفر | أقل من عقدة واحدة أقل من كم في الساعة | أقل من ١ قدم | رقرة ذات سطح الترج حتى |
| ١ | ١ - ٣ | من صفر - ١ قدم | هادئة جدا |
| ٢ | ٤ - ٦ | ١ - ٢ | هادئة |
| ٣ | ٧ - ١٠ | ٢ - ٤ | خفيفة |
| ٤ | ١١ - ١٦ | ٤ - ٨ | معتدلة |
| ٥ | ١٧ - ٢١ | ٨ - ١٣ | مضطربة |
| ٦ | ٢٢ - ٢٧ | | مضطربة جدا |
| ٧ | ٢٨ - ٣٣ | ١٣ - ٢٠ | عالية |
| ٨ | ٣٤ - ٤٠ | ٢٠ - ٣٠ | |
| ٩ | ٤١ - ٤٧ | ٣٠ - ٤٥ | عالية جدا |
| ١٠ | ٤٨ - ٥٥ | | |
| ١١ | ٥٦ - ٦٣ | أكثر من ٤٥ | الهركيين |
| ١٢ - ١٧ | ٦٤ - ١١٨ | | |

يعظم انتشار الزبد الأبيض فوق سطح الماء وتعلو أجزاء الموجة وتنخفض
وتصبح حالة البحر مضطربة . وقد تتعدى الرؤية للملاحظ في البحر أحيانا
بدرجة تناسب طرديا مع قوه الأمواج وإرتفاعها خاصة إذا زاد الإرتفاع على
٣٠ قدم .

العوامل التي تؤثر في سرعة الأمواج

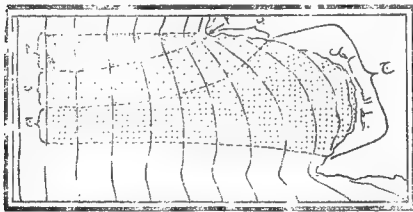
يتضح مما سبق أن الرياح تعد العامل الرئيسي الذي يولد الأمواج في البحار
إلا أنها كذلك العامل الذي يؤدي إلى إضعافها وزوالها عندما تضعف سرعة
الرياح . وقد أكدت القياسات المختلفة على أن إرتفاع الموجات في البحار
يتناسب تناسبا طرديا مع سرعة الرياح وفي البحار الجنوبية المفتوحة لا يعرقل من سير
لأمواج أى عوائق ولذا تتجه الأمواج شمالا بسرعة طالما كانت الرياح مواتية

الآنك . وعندما تصطدم الأمواج بعوائق ما مثل جزر بحرية ، أو حواجز مرجانية . أو ألسنة وخطاطيف بحرية . فكلها تحدد من سرعة الأمواج بل تعمل على إنكسارها وتغيير إتجاهاتها . وينجم كذلك عن حدوث التساقط هدوء حالة البحر ، وتقليل فعل الأمواج . ولكن إذا صاحب التساقط رياح شديدة ، فتعلو الأمواج وترتفع وتضطرب حالة البحر .

وأهم ما يؤثر في سرعة الأمواج ما يلي : -

١ - طول الموجة . ب - عمق المياه .

ويمكن القول ، إذا كان عمق المياه أكبر من نصف طول الموجة ، فتتوقف سرعة الموجة في هذه الحالة على أساس اختلاف طول الموجة . أما إذا كان عمق المياه أقل من نصف طول الموجة ، فتتوقف سرعة الموجة في هذه الحالة الأخيرة على أساس اختلاف عمق المياه . ومعنى ذلك أن الأمواج في البحار المفتوحة تتوقف سرعتها على أساس اختلاف طول الموجة نفسها ، أما عندما تقترب الأمواج من المسطحات المائية الضحلة فوق الرافد القارية وفي الخلجان الضحلة فتتوقف سرعتها على أساس اختلاف عمق المياه . ولذا نلاحظ على طول السواحل الرملية الضحلة أن قمم الأمواج دائما تظهر موازية لخط الساحل مهما كان إتجاه الرياح التي تهب عليه ، بينما قمم الأمواج في البحار العميقة المفتوحة تبدو عمودية على امتداد خط الساحل المجاور (شكل ٣٦) .



(شكل ٣٦) تكسر الأمواج في الخلجان وعند البروز البحرية

ويمكن حساب سرعة الأمواج في المياه العميقة (يقصد بالمياه العميقة هنا أن عمق المياه أكبر من طول الموجة) حسب المعادلة الآتية :-

$$ع^2 = \frac{ج \cdot ل}{٢ \cdot ط}$$

حيث إن :

ع = سرعة وجه الموجة في المياه العميقة .

ل = طول الموجة .

ج = عجلة الجاذبية الأرضية ، ٣٢ قدم/ثانية^٢

ط = النسبة التقريبية ٣,١٤ .

وحيث إن طول الموجة (ل) = السرعة (ع) × زمن دورة الموجة (ن) .

بالتعويض في المعادلة السابقة ينتج الآتي :-

$$ع^2 = \frac{ج \times ن}{٢ \cdot ط}$$

وبالتعويض عن كل من قيمة ج ، ط . ينتج :-

$$ع^2 = \frac{٣٢ \times ن}{٢ \times ٣,١٤}$$

∴ ع = ٥,١٢ ن قدم / ثانية أى = ١,٥٦ متر / ثانية .

وفي حالة المياه المتوسطة العمق ، تتأثر سرعة الموجة وفقاً لتغير عمق المياه وعلى ذلك يمكن حساب سرعة الموجة تبعاً للمعادلة الآتية :-

$$\left\{ \left(\frac{ط^٢}{ل} \right) \right\}^{١/٢} \text{ طاز قيمة المقدار } \left(\frac{ط^٢}{ل} \right) \text{ ف}$$

حيث إن :-

ج = عجلة الجاذبية الأرضية ٣٢ قدم / ثانية^٢ ٥

$$\frac{٢ (النسبة التقريبية ٣,١٤)}{\text{طول الموجة}} = \text{عدد دورات الموجة. ويساوى} \left(\frac{\text{ط}}{\lambda} \right)$$

ف = عمق المياه :

وقد أوضح الباحث إيرى Airy بأن عمق المياه لا يتناسب مع طول الموجة بالمياه الضحلة ، وعلى ذلك تصبح الأمواج متكسرة ومنعزلة ، وغير منتظمة الدوران ، وفي هذه الحالة يصبح « طول الموجة » عاملا غير أساسى عند حساب سرعة الموجة ، بينما يصبح « عمق المياه » و « إرتفاع الموجة » هما العاملان الأساسيان اللذان يتحكمان في سرعتها . وقد رجح إيرى معادلته الخاصة بحساب سرعة الأمواج في المياه الضحلة كما يلي : -

$$c = \sqrt{hf}$$

حيث إن ع = سرعة الموجة في المياه الضحلة .

ح = عجلة الجاذبية .

ف = عمق المياه .

إلا أن الباحث مونك Munk أدخل بعض التعديلات على معادلة إيرى السابقة . حيث ميز بين كل من عمق المياه من ناحية وإرتفاع الموجة من ناحية أخرى ، وأوضح أثر العامل الأخير في التحكم في سرعة الموجة بالمياه الضحلة وفي حالة الأمواج المنعزلة . وعلى ذلك أكد أن : -

$$c = \sqrt{g(h + \frac{1}{2}h)}$$

حيث إن : -

ع = سرعة الموجة في المياه الضحلة :

ح = عجلة الجاذبية الأرضية :

ف = عمق المياه .

ت = إرتفاع الموجة :

وعندما تصطدم الأمواج بالجزر أو بعوائق ما فينجم عن ذلك تغيير اتجاهاتها وإنكسارها ، وقد تمكن الباحث ستيل من حساب سرعة وجة الموجة بعد إنكسارها بقانونه المعروف باسمه Snell's Law والذي ينص على أن :

$$\frac{ع}{ع} = \frac{جا هـ}{جا هـ}$$

حيث إن : -

هـ = الزاوية المحصورة بين قمة الموجة و سطح الجسم الذى انكسرت عليه الموجة ، وتعرف باسم زاوية الانكسار .

هـ' = (فى حالة المياه العميقة) وتمثل زاوية السقوط ، وهى الزاوية المحصورة بين شعاع الموجة والعمودى على السطح الذى لانكسرت عليه الموجة .

ع = سرعة وجه الموجة .

ع' = (فى حالة المياه العميقة) وتمثل سرعة الموجة بعد إنكسارها

ويمكن أن نلخص العلاقة بين سرعة وجه الموجة ، وطول الموجة ، فى المياه العميقة ، والمتوسطة العمق والضحلة ، وفى حالة إنكسار الموجة فى الحدود الآتى : -

| المياه الضحلة | المياه المتوسطة العمق | المياه العميقة | |
|-------------------------|-------------------------------|--|---|
| الأمواج المتكسرة | طول الموجة اكبر من عمق المياه | (طول الموجة أقل من عمق المياه) | |
| [جـ (ف + ت)] 1/2 | (جـ ف) 1/2 | $\frac{ص}{ط} = \frac{ع}{ع'}$ | اسرعة وجه لموجة = (ع) $\frac{ص}{ط} = \frac{ع}{ع'}$ |
| ع ن | ← | $\left\{ \frac{ص}{ط} \right\} \left(\frac{ع}{ع'} \right) \left(\frac{ل}{ل'} \right)$ | طول الموجة ل = |

الفصل العاشر

التيارات البحرية

على الرغم من أن معظم الملاحين القدماء قد لاحظوا التيارات البحرية في مياه البحر كما لاحظ حايوفا كذلك ربابنة السفن التي كانت تعبر المحيط الأطلسي فيما بين قارتي أوروبا وأمريكا الشمالية منذ بداية القرن السادس عشر إلا أن نشأة هذه التيارات البحرية لم تفسر إبان هذه الفترة تفسيراً علمياً ونجح جون ماري في تمييز تيار الخليج الدفيء ، وأوضح بأنه عبارة عن « نهر بحري » تسير مياهه من الجنوب إلى الشمال ، ويعتمد بالقرب من الساحل الشرقي لأمريكا الشمالية . كما ذكر ماري بأن الخصائص الطبيعية لمياه هذا التيار تختلف عن مياه المحيط التي تقع إلى الشرق منه من ناحية (مياه بحر سرجاسو) ، وعن المياه الساحلية التي تقع إلى الغرب منه من ناحية أخرى . وأطلق ماري على هذا التيار الغريب اسم « نهر الخليج » . (There is a river in the sea - The Gulf Stream...) ولكن لم يستطع « ماري » أن يقدم التفسيرات العلمية التي توضح نشأة هذا التيار المائي في المحيط ، ولو أنه كان على صواب عندما ذكر بأن كلا من الرياح السائدة وطبيعة اتجاه خط الساحل يشكلان إتجاه هذا التيار .

ومن بين الآراء القديمة التي رجحت لتفسير نشأة التيارات البحرية تلك التي تؤكد بأن هذه التيارات تعزى إلى أثر فعل دوران الأرض حول نفسها ، أو أنها قد تعزى إلى أثر علاقة ما (غير محددة تماماً) بين كوكب الأرض

ونفسه بقية الكواكب الأخرى . بينما أرجعها البعض الآخر إلى أثر فعل الرياح السائدة ، وأكد أصحاب هذا الرأي الأخير بأن الرياح هي التي تخلق هذه التيارات وتدفعها أمامها مسافات طويلة . ولكن أوضحت الدراسات الأفيانوغرافية الحديثة بأن فعل الرياح يقتصر على تشكيل اتجاه التيارات البحرية ولا يؤدي إلى نشأتها . وقد لاحظ الباحثون وجود تيارات عظمى بالمسطحات المائية التي تتكون فوقها رياح هادئة . كما هو الحال بالنسبة للتيارات الإستوائية البحرية بمناطق الرهو الإستوائى . كما تبين أن نظام التيارات البحرية السطحية بالبحار والمحيطات يكاد يكون نظاماً ثابتاً لا يتغير ولا يتفق تماماً مع نظام حركة الرياح ، ومناطق حدوث الأعاصير والأنخفاضات .

وكان من نتائج تقدم البحث الأفيانوغرافى خاصة فيما يتعلق بقياس درجة حرارة المياه ، ونسبة ملوحتها ، ودرجة كثافتها أن اتضح بأن عامل إختلاف درجة كثافة المياه من مسطح مائى إلى آخر ، يعد العامل الأساسى الذى يؤثر فى تكوين تيارات مائية تنتقل من مكان إلى آخر فى الطبقات السطحية للمياه . وتتوقف كثافة المياه بدورها على أساس الاختلافات فى درجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها كذلك . فتبعاً لاختلاف درجة حرارة كل من المياه السطحية والمياه السلفية تنشأ تيارات تصاعدية رأسية وتنساب المياه من الطبقات المائية الساخنة إلى الطبقات المائية الباردة . وحيث إن درجة سقوط الأشعة الشمسية وكميتها تختلف من مسطح مائى إلى آخر ، ويقل تعامدها كلما بعدنا عن الدائرة الإستوائية شمالاً أو جنوباً ، فتتناسب المياه من المسطحات المائية الإستوائية والمدارية الساخنة إلى المسطحات المائية الأقل حرارة والتي تقع فى العروض المعتدلة ، والمعتدلة الباردة .

وأكد الباحثون أن كل قطرة من مياه المحيط قد مرت بدورتين كبيرتين هما : الدورة الرأسية من سطح البحر إلى قاعه وبالعكس ، والدورة الأفقية من المسطحات المائية القطبية وبالعكس كذلك . ويرجح العلماء أن طول هاتين الدورتين بالنسبة لقطرة معينة من الماء قد تتخذ

فترة زمنية تراوح بين ٣٠٠ - ٦٠٠ سنة .

وعلى ذلك فإن التيارات البحرية السطحية ما هي إلا جزء من الدور : العناني
حركة المياه الرأسية والأفقية بالمحيطات . وإذا كان لتنوع الخصائص الطبيعية
والكيميائية للمياه أثراً ملحوظاً في نشأة التيارات البحرية . فإن لكل من فعل
اتجاه الرياح السائدة وسرعتها ، وعملية دوران الأرض حول نفسها . وشكل
السواحل التي تسير بجوارها هذه التيارات أثرها الواضح في تشكيل اتجاه
التيارات البحرية وطبيعة امتدادها (١) . وتظهر هذه الحقيقة عند دراسة
التوزيع الجغرافي للتيارات البحرية في المياه السطحية بالمحيطات المختلفة .

التوزيع الجغرافي للتيارات البحرية

تكاد تتمثل في المسطحات المائية المحيطية خلال فترات السنة المختلفة دورة
ثابتة من التيارات البحرية ولا يشذ عن هذه القاعدة سوى التيارات البحرية في
المحيط الهندي الشمالي التي تختلف مسالكها في فصل الصيف الشمالي عن تلك
في فصل الشتاء الشمالي متأثرة باختلاف الخصائص الطبيعية المحلية للمياه
السطحية بالمحيط الهادي الشمالي وأثر فعل الرياح الموسمية واختلاف اتجاهها من
من فصل إلى آخر . وعلى ذلك يحسن أن نقاش التوزيع الجغرافي للتيارات
البحرية بالمسطحات المائية لكل من المحيطات المختلفة .

(أولاً) التيارات البحرية في المحيط الأطلسي

(١) في المحيط الأطلسي الشمالي (٢) : تتوقف دورة التيارات
البحرية بالمياه السطحية للمحيطات على أساس تكوين التيارات المائية
الاستوائية في العروض المدارية والقريبة من النطاق الاستوائي : وتنشأ هذه

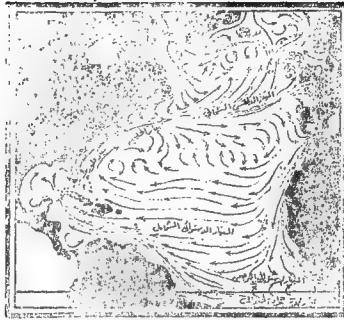
1- Joseph, E. Van Riper, (Man's physical world), N.Y., (1962) p 547

٢- يقصد بتعبير المحيط الأطلسي الشمالي ، تلك المسطحات المائية من هذا
المحيط الواقعة إلى الشمال من الدائرة الاستوائية أما المحيط الأطلسي
الجنوبي فتتمدد مياهه إلى الجنوب من الدائرة الاستوائية :

التيارات تبعاً لتعرض المياه السطحية لأشعة الشمس القوية طوال السنة ،
فترتفع درجة حرارة المياه السطحية وتنساب بالتدرج على شكل تيارات
مائية (تساهم الرياح السائدة في تحركها وتشكيل اتجاهاتها) نحو المسطحات
المائية الأقل حرارة .

وتعرف هذه التيارات في المحيط الأطلسي الشمالي باسم « التيار الإستوائي
الشمالي N. Equatorial Current » ، ويتأثر اتجاهه هنا بفعل الرياح
التجارية الشمالية الشرقية التي تساهم في تحرك مياه التيار من الشرق إلى
الغرب فيما بين دائرتي عرض ١٠° ، ٢٥° شمالاً . وعلى الرغم من اتساع
نطاق هذا التيار إلا أنه يشغل المسطحات العلوية من المياه حيث لا تمتد
في المياه أبعد من خط عمق ٢٠٠ متر . وتختلف سرعة إنسياب
التيار من الشرق إلى الغرب من موقع إلى آخر ، ولكن تبلغ السرعة أشدها
عند دائرة عرض ٢٠° شمالاً حيث تبلغ سرعة التيار هنا نحو ١٧ ميلاً بحرياً
في اليوم الواحد . وعندما يقترب التيار من خط طول ٦٠° غرباً ينقسم إلى
فرعين أحدهما يتجه شمالاً نحو البحر الكاريبي ، ويعود ثانية إلى المحيط
الأطلسي الشمالي بعد أن يعبر مضيق فلوريدا ، بينما يتجه الثاني جنوباً نحو
الساحل الشرقي للبرازيل . وعندما يدخل التيار الإستوائي الشمالي خليج
المكسيك عن طريق مضيق يوكاتان Yucatan يدور مع اتجاه دوران
عقرب الساعة ويخرج ثانية من مضيق فلوريدا Straits of Florida
ثم يلتحم شمالاً عند جزر البهاما Bahama Islands بتيار جزر
الأنтил وبقيّة التيار الاستوائي الشمالي ، وتكون هذه التيارات جميعاً ما
يعرف باسم تيار الخليج The Gulf Stream . وتبين أن التيار الاستوائي
الشمالي يخرج من خليج المكسيك أعظم قوة عما كان عليه قبل دخوله الخليج
ويعزى ذلك إلى الارتفاع النسبي لمنسوب مياه خليج المكسيك (نحو ٧ بوصات)
عن سطح مياه المحيط المجاورة : (شكل ٣٧)

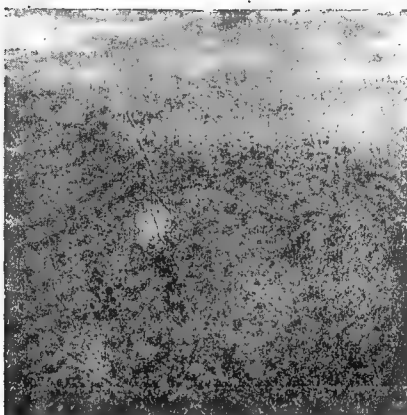
وقد كان يظن أن تيار الخليج عبارة عن تيار واحد يتجه من الجنوب إلى
الشمال بسرعة تبلغ نحو ٢ ميل في الساعة ، ولكن أكدت الدراسات



(شكل ٢٢) حركة التيارات البحرية السطحية في المحيط الأطلنطي

الأقياوغرافية الحديثة أنه يتألف من عدة أشرطة متجاورة : تنحصر فيما بين المياه الساحلية غرباً ، ومياه بحر سرجاسو (اكتسب هذا البحر اسمه تبعاً لانتشار الطحالب البنية اللون والتي تطفو فوق مياهه ، لوحة ١٦) شرقاً وتنساب بسرعات مختلفة . فقد تبلغ سرعة المياه التي تشغل أطرافه الخامشية : نحو ١ ميل في الساعة . بينما تبلغ سرعة أواسط التيار نحو ٦ ميل في الساعة وعندما تقل سرعة التيار يتموج على شكل منعطفات أو ثنيات كبرى وتصبح أسطح المياه موجهة الشكل ويعظم فيها وجود الدوامات الكبيرة الحجم اقليلة السرعة غير المحددة الاتجاه *Turbulent Flow*

وقد أكد فيست *Wüst* أن المياه المنصرفة التي تخرج من مضيق فلوريدا والتي تلتهجم بتيار الخليج تبلغ نحو ٢٦ مليون م^٣ / الثانية ، بينما تصريف مياه تيار جزر الأنтил التي تنصل هي الأخرى بتيار الخليج يبلغ نحو ١٢ مليون م^٣ / الثانية . كما أوضح وارثينجتون *Worthington* ١٩٥٤ . بأنه على الرغم من أن تيار الخليج يعد تياراً ضعيفاً ومحدود الإتساع إلا أنه تياراً سريعاً حيث يبلغ



(لوحة ١٦) مياه بحر مرجاجو (الماء الشرقى لتيار الخليج الذي أمام الساحل الجنوبي الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية - لاحظ هو أشباب المرجاجوم بالياه) .

متوسط سرعته في قسمه الأوسط (لتساعه ٤٠ ميل) نحو ١٠٠ ميل / اليوم
بينما قدر الأستاذ ديفان Defant عام ١٩٦١ بأن ما يحمله تيار الخليج من المياه
ويدفعها نحو الشمال تبلغ أكثر من ٣٣ مئلا لحجم تلك الكمية التي تحملها
كل الأنهار والتلاجات على سطح اليابس ، كما يدفع التيار معه كميات عظيمة
من الأملاح تبلغ نحو ١,٢١٠,٠٠٠ طن في الثانية .

ومن دراسة قطاعات الحرارة - الملوحة لمياه تيار الخليج تبين أن درجة
حرارة مياه التيار ترتفع عن المياه الساحلية ، فبينما تبلغ متوسط درجة حرارة
المياه السطحية لتيار الخليج في فصل الصيف نحو ٢٩°م وفي الشتاء نحو ٢٧°م
تبلغ متوسط درجة حرارة المياه السطحية للمياه الساحلية المجاورة نحو
١٧°م صيفا ونحو ٥°م شتاء .

١- ويلاحظ أن خط الحرارة المتساوي 10° ف يوجد بالمياه الساحلية المجاورة لساحل فلوريدا عند عمق ٢٠٠ متر من سطح الماء بينما يتمثل في كتلة مياه تيار الخليج عند عمق ١٠٠٠ متر. (١)

١- ويلاحظ أن نسبة الملوحة بالمياه الساحلية الواقعة إلى الغرب من تيار الخليج تبلغ نحو ٣٣ في الألف بينما ترتفع في مياه تيار الخليج نفسه إلى نحو ٣٦,٥ في الألف ، وتعظم عن ذلك في مياه بحر سرجاسو الواقع إلى الشرق من تيار الخليج عند دائرة عرض شبه جزيرة فلوريدا . واوضحت الدراسات المختلفة أن نسبة الملوحة للمياه السطحية لتيار الخليج بالقرب من رأس هتراس Cape-Hatteras نحو ٣٦ في الألف وأن درجة حرارة المياه نحو 26° م ، بينما عند عمق ٢٢٠ متر فقط من سطح الماء تنخفض درجة حرارة مياه التيار إلى نحو 20° م ، وترتفع نسبة الملوحة كذلك إلى نحو ٣٦,٦ في الألف . كما تختلف سرعة التيار رأسياً كذلك . فيلاحظ أن المياه السطحية لتيار أعظم سرعة من مياهه السفلية . فبينما تبلغ سرعة التيار عند السطح نحو ٢٥٠ سم/الثانية ، تراوح سرعة مياه التيار عند عمق ١٥٠٠ م ، من ١ - ١٠ سم / الثانية .

٢- وعندما يصل التيار عند رأس هتراس Cape Hatteras عند دائرة عرض 35° شمالاً، تبلغ سرعة المياه السطحية للتيار نحو ١٢٠ سم / الثانية وتراوح كمية التصريف المائي للتيار من ٧٤-٩٣ مليون سم^٣ في الثانية .

٣- وعندما يصل تيار الخليج إلى الشمال من شبه جزيرة نوفا سكوتيا Nova Scotia وجنوب جزيرة نيو فوندلاند (عند دائرة عرض 45° شمالاً) تنصف سرعة التيار وتشتت مياهه في أفرع مختلفة ، بعضها يتجه غرباً ليدخل خليج سنت لورنس عن طريق مضيق كابوت Gabot Strait وبعضها الآخر يتجه شمالاً

1- William S. Ven Arx (An Introduction to physical oceanography), Massachusetts, U. S. A., 1962, p. 317.

حول السواحل الشرقية لجزيرة نيوزيلاند ، وبعضها الآخر يتجه شرقاً في المحيط الأطلسى الشمالى تحت تأثير كل من فعل دوران الأرض والرياح العكسبة الغربية وهنا يعرف التيار باسم تيار المحيط الأطلسى الشمالى .

وينساب على طول الساحل الشرقى لجرينلند ، تيار مائى آخر ، يعرف باسم تيار شرق جرينلند East Greenland Current ويتلاقى هذا التيار ، بتيار لبرادور Labrador Current عند رأس شبه جزيرة لبرادور ، وبالقرب من المياه الساحلية لميناء باتل هاربر Battle Harbour ثم ينساب التياران جنوباً ويلتقيان بتيار الخليج في المياه المحيطية حول جزيرة نيوزيلاند وينجم عن إلتقاء هذه التيارات المائية المختلفة الخصائص الطبيعية والبيولوجية ، بالإضافة إلى إلتقاء الكتل الحوائية المختلفة الملامسة لسطح مياه هذه التيارات ، بيئة صالحة لصيد الأسماك . (توفر المواد الغذائية بالمياه وحدوث الضباب البحرى) ثم تنحرف هذه التيارات جميعاً نحو الشرق مكونة تيار المحيط الأطلسى الشمالى North Atlantic Drift ، وهو تيار عظيم الإلتساع (يتراوح اتساعه من ٢٥٠ - ٣٥٠ ميل) . إلا أنه قليل السمك ، ولا يظهر أثره أبعد من خط عمق ١٠٠٠ متر .

وعندما يقترب تيار المحيط الأطلسى الشمالى من الجزر البريطانية ، ينشبت إلى عدة أفرع وتنساب منه ألسنة من المياه نحو الساحل الغربى لشبه جزيرة اسكنديناوه ، وأخرى تدخل بحر الشمال وبحر البلطيق ، وهذه الأخيرة عبارة عن تيارات دفيئة بالنسبة لمياه السواحل الباردة التى تتجه إليها ، بينما تنساب جنوباً تيارات باردة ، تعرف باسم تيار كناريا البارد Canary Current ويسير هذا التيار على طول السواحل الغربية لفرنسا ، وشبه جزيرة إيبيريا ويصل جنوباً حتى جزر كنارى ، وعندها يلتقى بالتيار الإستوائى الشمالى . وتبعاً لذلك تتكون في المسطحات المائية مناطق إلتقاء تيارات مائية متنوعة تساهم في حدوث حركات تقليب رأسية بالمياه خاصة في الفترة من يناير إلى مايو :—

(ب) في المحيط الأطلسي الجنوبي :

بالعرب ، والدائرة التي مركزها ٢٠° جنوباً ، والتي يتكون منها التيار الاستوائي الجنوبي فيما بين دائرتي عرض ٤° شمالاً ، ٢٠° جنوباً في المحيط الأطلسي . ويعد هذا التيار أوسع تيارات ذلك الذي يتكون إلى الشمال منه (التيار الاستوائي الشمالي) ، وتبلغ متوسط سرعته نحو ٢٠ ميلاً بحرياً في اليوم الواحد وينساب من الشرق إلى الغرب ويتأثر اتجاهه هنا كذلك بفعل الرياح التجارية الجنوبية الشرقية . وعند رأس ساو روك (São Roque) تقع ألسنة من هذا التيار تحت تأثير الرياح التجارية الجنوبية الشرقية . وعلى ذلك تنجم هذه ألسنة من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي وتدخل البحر الكاريبي عن طريق مضيق يوكاتان . وتلتحم بمياه التيار الاستوائي الشمالي . بينما تتجه بقية التيار نحو الجنوب وتسير بحذاء الساحل شرق البرازيل . ويعرف هنا باسم تيار شرق البرازيل . وينجم عن أنسياب هذه التيارات الاستوائية العظيمة نحو الأجزاء الغربية من المحيط الأطلسي . إرتفاع منسوب المياه في هذا الجزء ومن ثم ترتد المياه ثانية من الغرب إلى الشرق على شكل تيارات مائبة رجعية تنحصر فيما بين التيارين الاستوائيين الشمالي والجنوبي . (شكل ٣٨) ، إلا أنها تقع غالباً إلى الشمال من الدائرة الاستوائية . وعلى ذلك فهناك كميات كبيرة من المياه تنساب مع التيارات البحرية من المحيط الأطلس الجنوبي إلى المحيط الأطلسي الشمالي ، وغر أركس (١٩٦١) أن كمية تصريف هذه المياه تبلغ نحو مليون متر مكعب / الثانية .

وبعد تيار البرازيل تياراً ضيقاً حيث إنه يفقد من مياهه نحو ٦ مليون متر مكعب من المياه / الثانية ، تنسحب إلى الشمال الغربي صوب مياه البحر الكاريبي . ومن ثم تصبح كمية التصريف المائي لهذا التيار نحو ١٠ مليون متر مكعب / الثانية (أي نحو ١٠٠ من كمية تصريف مياه تيار الخليج الدفني) ويسير مجاوراً للساحل الشرقي للبرازيل . وعند دائرة ٣٠° جنوباً يتقابل التيار



(شكل ٣٨) حركة التيارات البحرية المطلية
في محيطات العالم

مع تيار آخز بارد آتياً من الجنوب يعرف باسم تيار فولكلاند Folkländ C. وينحرف التياران نحو الشرق بفعل دوران الأرض وتأثير الرياح الغربية إلى أن تصل مياههما الساحل الجنوبي الغربي لأفريقية وتعرف هنا باسم تيار بنجويلا البارد : Benguela Current وتتجه مياه هذا التيار بجوار الساحل الغربي لأفريقية فيما بين رأس الرجاء الصالح جنوباً ودائرة عرض ١٨° جنوباً ، ويعمل على تكوين طبقة سطحية من المياه الباردة تمتد لمسافة تبلغ ٢٠٠ كيلومتر من خط الساحل إلى المحيط . كما قد ينشأ بفعل هذا التيار سرعات توازن رأسية بالمياه تساعد على تجريد المواد الغذائية ببعض أجزاء من المياه الساحلية الواقعة تحت تأثير تيار بنجويلا . وقدّر الباحثون أن كمية التصريف المائي لهذا

التيار تبلغ نحو ١٧ مليون متر مكعب من المياه/الثانية : وعلى ذلك فهو أعظم قوة من تيار شرق البرازيل الذي يمثل على الجانب الغربي من المحيط الأطلسي

الجنوبي : وإلى الشمال من دائرة عرض ٢٠° جنوباً يتعذد التيار عن خط الساحل وينحرف غرباً ليتدمج مع التيار الإستوائى الجنوبي .

(ثانياً) التيارات البحرية فى المحيط الهادى

(١) فى المحيط الهادى الشمالى : - تتكون بالمسطحات الإستوائية والمدارية بالمحيط الهادى تيارات مائية تشابه تلك التى سبق الإشارة إليها بالمحيط الأطلسى . وفى النصف الشمالى من المحيط يطلق عليها اسم التيار الاستوائى الشمالى بالمحيط الهادى . ويتميز هذا التيار بإتساعه النسبى حيث إنه يمتد فيما بين دائرتى عرض ٥° - ٢٥° شمالاً ، إلا أن سرعته لا تزيد عن ٢٠ سم/ الثانية . ويتجه هذا التيار من الشرق إلى الغرب كذلك تحت تأثير الرياح التجارية الشمالية الشرقية . وتبعاً لانتشار مجموعات الجزر فى الجزء الغربى من هذا المحيط تشتت مياه هذا التيار إلى أفرع متعددة أهمها ذلك الذى يتجه شمالاً بمحاذاة سواحل الفلبين والساحل الشرقى للصين الشعبية إلى أن يصل جزر ريوكيو وجزيرة شيكوكو اليابانية ويعرف باسم تيار كورشيو الذى Kuroshio وينساب منه فرع آخر صوب بحر اليابان ويعرف باسم تيار توسوشىما وTusu Shima وآخر ينساب جنوباً ليكون جزءاً من التيار الإستوائى الرجعى .

ويشابه تيار كورشيو تيار الخليج الدفئى فى المحيط الأطلسى . ويبلغ متوسط سرعة المياه السطحية لهذا التيار فى فصل الصيف نحو ٩٠ سم/ الثانية ، وتقل سرعة مياهه السطحية فى فصل الشتاء بحيث تبلغ نحو ٦١ سم/ الثانية . ويبلغ أقصى إمتداد لكتلة مياه هذا التيار من السطح حتى خط عمق ٧٠٠ متر ، وتعظم كمية ما يصرفه من مياه خلال فصل الصيف عنها فى فصل الشتاء ، ويقدر متوسط تصريفه السنوى بنحو ٦٥ مليون م^٣/ الثانية .

وعند دائرة عرض ٣٥° شمالاً ينحرف التيار شرقاً تحت تأثير فعل الرياح الغربية ودوران الأرض حول نفسها ، بينما تنساب منه أفرع ثانوية نحو

الشمال وتلتقى عند دائرة عرض ٤٠° شمالاً بتيار مائي بارد هو تيار أو ياشيو Oya Shio أو تيار كوريل البارد . وعند منطقة الالتقاء هذه تتكون منطقة مائية تكثر فيها الدوامات المائية تبعاً لتكوين حركة التقلبات والتوازن الرأسية بالمياه المختلفة الخصائص الطبيعية وينجم عن ذلك تجديد طبقات المواد الغذائية والقيتو بالانكسار بالمياه ومن ثم تكوين منطقة رئيسية عظمى لصيد الأسماك .

وتنسب مياه تيار المحيط الهادى الشمالى نحو الشرق على شكل تيار مائى متسع ضحل ، وعند دائرة عرض ٤٠° شمالاً (وإلى الشمال من سان فرانسيسكو على الساحل الغربى لأمريكا الشمالية) ، ينحرف التيار إلى فرعين ، يتجه أحدهما شمالاً بمحاذاة سواحل كندا والسكا ، ويعرف باسم تيار ألسكا الدفئ ، بينما ينساب التيار الآخر نحو الجنوب بمحاذاة الساحل الغربى للولايات المتحدة الأمريكية وأمريكا الوسطى ويعرف باسم تيار كاليفورنيا البارد . وينساب هذا التيار الأخير جنوباً حتى دائرة عرض ٢٣° شمالاً ويتصل هنا بالتيار الإستوائى الشمالى . ويبلغ متوسط اتساع تيار كاليفورنيا نحو ٧٠٠ كم ، وتصريفه المائى نحو ١٠ مليون م^٣/ الثانية . وتساهم الرياح الشمالية والشمالية الغربية التى تهب على ساحل كاليفورنيا فيما بين ٣٥° ، ٤١° شمالاً على حدوث حركات توازن رأسية بالمياه ، ينجم عنها دوام تجديد المواد الغذائية بالمياه ، وتجمع الأسماك . (شكل ٣٨) .

(ب) فى المحيط الهادى الجنوبى :

أ يتكون التيار الأستوائى الجنوبى فى هذا الجزء من المحيط الهادى فيما بين دائرتى عرض ٤° ، ١٥° جنوباً ويتجه من الشرق إلى الغرب تحت تأثير الرياح التجارية الجنوبية الشرقية . ونظراً لضحولته من ناحية وإنتشار مجموعات الجزر المتناثرة فى المياه المدارية بالنصف الغربى لهذا المحيط من ناحية أخرى . يتشعب التيار وتنساب منه أفرع مختلفة يتجه بعضها شمالاً لتتصل بالتيار الإستوائى الشمالى ، بينما يصطدم بعضها الآخر بجزر الهند الشرقية ، ويرتد فى اتجاه عكسى من الغرب إلى الشرق فيما بين دائرتى عرض ٢° - ٥°

شمالاً على شكل ما يعرف باسم التيار الإستوائي الرجمي. بينما ينحرف بعضها الآخر جنوباً على شكل تيار ضعيف يسير بمحاذاة الساحل الشرقي لأستراليا ومن ثم أطلق عليه اسم تيار شرق أستراليا الدفني. وعند دائرة عرض ٤٠° جنوباً يدخل التيار في نطاق الرياح الغربية West Wind Drift ويتقابل مع التيارات الباردة التي تدفعها الرياح الغربية شرقاً ، وعلى ذلك يعبر المحيط الهادى الجنوبي من الغرب إلى الشرق حتى يصطدم بالساحل الجنوبي الغربى لشيلي. ويتجه التيار بعدها صوب المياه الدفينة في الشمال مجاوراً لساحل شيلي وبيرو ويطلق عليه تيار شيلي أو تيار بيرو أو تيار همبولت Humboldt (Peru) or Chile Current

وبذكر الأستاذ «ليك» P. Lake (١) بأن هذا التيار الأخير يتألف من فرعين متوازيين ، الفرع الشرقي هو الذى يرمز إليه اسم تيار بيرو أو تيار شيلي ، أما الفرع الآخر الغربى ، فيمكن تسميته باسم تيار بيرو أو شيلي المحيطي . ويساهم هذا التيار البارد عندما يلتقى بالمسطحات المائية الدفينة أمام ساحل بيرو على حدوث حركات توازن رأسية عظيمة بالمياه وحسب دراسات جونثر Gunther عام ١٩٣٦ فإن حركات التقلب الرأسية بالمياه تحدث فيما بين خط عمق ٣٥ - ٣٦٠ متر تحت سطح الماء ، وينجم عن هذه الحركات الرأسية للمياه وفرة المواد الغذائية بالمياه على الرغم من ضيق أبعاد الرفرف القارى . وعلى ذلك استغلت هذه المسطحات المائية بصورة اقتصادية خلال العشر سنوات الماضية فقط واصبحت تمثل الآن أعظم المناطق لصيد الأسماك في العالم . ويقترب تيار بيرو من الساحل كثيراً ويختفى أثره إذا ما بعدنا عن خط الساحل بنحو ٥٠٠ ميل فقط . وتراوح كمية المنصرف من مياهه من ١٠ - ١٥ مليون م^٣/الثانية وتبلغ سرعته نحو ٧٥ سم / الثانية .

وقد لوحظ أن هذا التيار قد يحدث فيه بعض التغيرات الثانوية خلال فصول السنة المختلفة . ففي فصل الصيف الشمالى قد يميز إلى الشمال من الدائرة

1- Lake, P., (Physical Geography), Cambridge (1958).

الاستوائية وتمتزع مياهه بالتيار الأستوائي الرجعي . أما في فصل الشتاء فلا تميز مياه هذا التيار إلى الشمال من الدائرة الإستوائية ، كما أن بعض مياهه (التي تكون قد اصبحت أكثر دفئاً ولكن مازالت نسبة ملوحتها منخفضة) تسير موازية لساحل أكوادور ، ويطلق عليها الأهالي هنا اسم تيار النينو EL NINO . وقد يتجه هذا التيار المحلى جنوباً حتى دائرة عرض ١٢° جنوباً ويساهم هذا التيار في إرتفاع نسبة الرطوبة بالجو وحدث الأعاصير الشديدة والتي تسقط أمطاراً غزيرة تعمل على هلاك أعداد هائلة من الكائنات البحرية والأسماك والبلانكتون ، هذا بالإضافة إلى أن الأمطار الغزيرة كثيراً ما تزيل السماد الطبيعي (جوانو Guano) الذي تتركه الطيور فوق بقاع الجزر المتناثرة في هذه المنطقة . وغالباً ما تحدث الأعاصير الشديدة الناجمة بفعل تأثير تيار النينو مرة شديدة كل سبع سنوات كما حدث ذلك في أعوام ١٩١٧ - ١٩٢٥ - ١٩٣٢ - ١٩٣٩ - ١٩٤٣ .

(ثالثاً) التيارات البحرية في المحيط الهندي

: تشابه دورة التيارات البحرية في المحيط الهندي إلى الجنوب من الدائرة الإستوائية مثلتها في النصف الجنوبي من المحيط الأطلسي أو تلك في النصف الجنوبي من المحيط الهادى . ولكن تختلف دورة التيارات البحرية في المحيط الهندي إلى الشمال من الدائرة الإستوائية عن تلك في المسطحات المحيطية بنصف الكرة الشمالى تبعاً لتأثر اتجاهاتها بفعل الرياح الموسمية الجنوبية الغربية في فصل الصيف والشمالية الشرقية في فصل الشتاء .

ففي النصف الجنوبي من هذا المحيط ينشأ التيار الإستوائي الجنوبي تبعاً لإرتفاع درجة حرارة المياه ، وتدفعه الرياح التجارية الجنوبية الشرقية من الشرق إلى الغرب وعلى ذلك يكون سريعاً خلال فصل الصيف الشمالى إبان هبوب هذه الرياح وهنا تبلغ متوسط سرعته نحو ٧٠ سم/ثانية . وعندما يصل التيار إلى الشمال من جزيرة مدغشقر يتقسم إلى فرعين أحدهما شمالى يسير

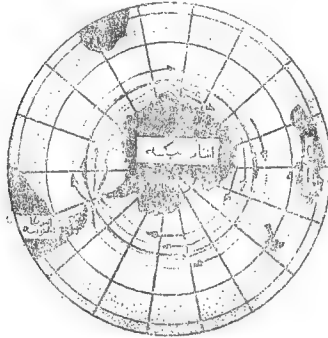
بمحاذاة ساحل الصومال حتى رأس القرن الأفريقي ، (دائرة عرض ١٢° شمالاً) ثم تندمج مياهه في مياه التيارات البحرية بالنصف الشمالي من هذا المحيط . بينما ينحرف الفرع الثاني نحو الجنوب وينجاور الساحل الجنوبي الشرقي لأفريقية ويعرف هنا باسم تيار موزمبيق وإلى الجنوب من دائرة عرض ٣٠° جنوباً يطلق عليه اسم تيار أجولباس Agulhas Gurrent . ويبلغ متوسط عرض هذا التيار الدفيء الأخير نحو ١٠٠ كم ومتوسط كمية تصريف مياهه نحو بليون م^٣/الثانية ومتوسط سرعته نحو ٤٥ سم/الثانية . وعندما يصل هذا التيار عند دائرة عرض ٣٨° جنوباً يدخل في نطاق الرياح الغربية وينحرف نحو الشرق ويعبر المحيط الهندي الجنوبي على شكل تيار ضحل متسع غير محدد المعالم تماماً إلى أن يصطدم بالسواحل الغربية لأستراليا ، ويعرف هنا باسم تيار غرب أستراليا البارد ، وقد عمل هذا التيار الأخير على زيادة حالة الجفاف بالمناطق الغربية من قارة أستراليا . ثم يتجه هذا التيار شمالاً صوب المياه الدفينة إلى أن يندمج بمياه التيار الإستوائي الجنوبي عند دائرة عرض ١٠° جنوباً.

أما في النصف الشمالي من المحيط الهادى إلى الشمال من الدائرة الإستوائية فيعظم ظهور التيار الإستوائي الشمالى إبان موسم هبوب الرياح الموسمية الشتوية الشمالية الغربية والشمالية الشرقية ، والمتجهة من اليابس إلى البحر . ففي فصل الشتاء تتجه التيارات البحرية عامة في إتجاه عكسى عقرب الساعة من الشرق إلى الغرب ، بينما في فصل الصيف الشمالى تنساب المياه الإستوائية من الغرب إلى الشرق مع إتجاه الرياح الموسمية الجنوبية الغربية (بعد أن تنحرف هذه الرياح على يمين إتجاهها عند الدائرة الأستوائية) ، وتتجه التيارات البحرية بصورة عامة من الغرب إلى الشرق في كل من خليج بنغال والبحر العربى تحت تأثير هذه الرياح الموسمية الصيفية .

(رابعا) التيارات البحرية في المحيط القطبي الجنوبي

تقع التيارات البحرية الباردة في المسطحات المائية إلى الجنوب من دائرة

عرض ٤٠° جنوباً تحت تأثير الرياح الغربية Western Wind Drift وعلى ذلك
ففى المسطحات المائية الواقعة بهذه العروض فى كل المحيطات المختلفة تتجه فيها
التيارات البحرية فى حركة دائرية مع اتجاه عقارب الساعة من الغرب إلى
الشرق حول القارة القطبية الجنوبية (أنتارتيكه شكل ٣٩). وقد ساهمت



(شكل ٣٩) - حركة التيارات البحرية السطحية فى المياه القطبية الجنوبية

عملية دوران الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق على دوام التيارات
البحرية لهذا الاتجاه فى المحيط القطبي الجنوبي . وتعد التيارات البحرية فى هذا
فى هذا الجزء من المحيط تيارات عظيمة الاتساع إذ تتناسب على شكل أسنة
طولية متوازية فيما بين دائرتي عرض ٤٠° ، ٦٠° جنوباً ، وتتجه نحو الشرق
بطء حيث تتراوح سرعتها من ١٠ - ٢٥ سم/ثانية ، وتشتد سرعتها عن ذلك
خلال فصل الصيف الجنوبي وبعد ذوبان كميات كبيرة من الثلج المتراكم فوق
قارة القطبية الجنوبية .

يتضح من هذا العرض أن التيارات السطحية المحيطية تنشأ أساساً تبعاً لتنوع الخصائص الطبيعية للمياه من مسطح إلى آخر . بينما يؤدي كل من فعل دوران الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق ، واتجاه الرياح السائدة في المنطقة ، وشكل الساحل وتوزيع اليابس على جوانب المحيطات إلى تشكيل اتجاه هذه التيارات البحرية : واختلاف مورفولوجيتها العامة وامتدادها من تيار إلى آخر .

الباب الخامس

الفصل الحادى عشر:

سرر فولوجية القاع العميق للبحار والمحيطات .

الفصل الثانى عشر:

مور فولوجية القاع الضحل للبحار والمحيطات .

الفصل الثالث عشر:

بعض الظاهرات الثانوية فوق قاع البحار والمحيطات .

الفصل الحادى عشر

مورفولوجية القاع العميق للبحار والمحيطات

قد تشابه بعض الظواهر التضاريسية فوق قاع البحار والمحيطات مع تلك التى تتمثل فوق أجزاء اليابس من حيث النشأة أو من حيث الشكل العام، إلا أن الظواهر التضاريسية فوق قاع البحار تعد أعظم حجماً وإمتداداً إذا ما قورنت بتلك على اليابس . بالإضافة إلى ذلك فإن الظواهر التضاريسية لقاع البحار لا تتأثر بفعل التعرية الهوائية ، ولكنها تتعرض دائماً لفعل الإرساب وعلى ذلك كثيراً ما تتغطى برواسب عظيمة السمك (آلاف الأقدام) وتنغمر تحتها . كما قد يتعرض قاع البحار إلى حركات تكتونية عظمى ينجم عنها ما يلى :

ا - تشكيل بعض الظواهر التضاريسية الكبرى فوق القاع ومن بينها الحواجز المحيطية العظمى والسهول المحيطية .

ب - خلق ظواهر تضاريسية لم تكن موجودة من قبل مثل البراكين المحيطية ، والجزر البركانية ، والحواجز المحيطية .

ج - تدبذب مستوى سطح البحر خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة فينجم عن إنخفاض قاع المحيط أو تعرضه لعمليات الهبوط أو تشكيله بالحوائق والحدائق العظمى ، إنخفاض منسوب سطح البحر ، حتى ولو زاد حجم المياه بالمحيطات . وبالتالي تنكمش أبعاد المحيطات بالتدريج تاركة أمامها أرضة

ربحية . أما إذا ارتفع قاع المحيط أو تعرض لحدوث الحواجز المحيطية العظمى فينجم عن ذلك إرتفاع منسوب سواح البحر ومن ثم إنغمار أجزاء من اليابس المجاور بالمياه وقد تصبح جزءاً من الرزاف التاربية للبحار . وطبقاً لنتائج الدراسات الأقيانوغرافية الحديثة لقاع البحار ، أكد العلماء أن هذا القاع ليس سطحاً مستوياً كما كان يعتقد من قبل ، بل هو يختلف بين عمق وآخر وتتنوع قوة ظواهر تضاريسية متعددة . وتتلخص أعظم الظواهر التضاريسية الكبرى إنتشاراً فوق قاع البحار والمحيطات العظيمة العمق فيما يلي : —

١ — السهول المحيطية العظمى Abyssal Plains .

٢ — الخنادق أو الخنادق الطولية العميقة Deep Sea-Trenches :

٣ — الحواجز المحيطية العظمى Submarine Ridges .

ويختص الحديث التالى بكل من هذه الظواهر الكبرى .

(أولاً) السهول المحيطية العظمى

Abyssal Plains

أثبتت الدراسات السيمولوجية ونتائج دراسات الجيولوجيا البحرية Marine geology, أن قاع البحار والمحيطات يشتمل على مجموعات مختلفة من السهول أو الأحواض العظيمة الاتساع ويبلغ متوسط عمقها ٤٠٠٠ متر من سطح الماء . ومن نتائج دراسات صدى الصوت وسبر الأعماق المختلفة تبين أن اتحدار هذه السهول يتراوح فيما بين ١:١٠٠٠ ، ١:١٠٠٠٠ . إلا أن المناطق التي يتجمع فوقها الرواسب المختلفة قد تكون أقل اتحداراً وسطحها أعظم إستواء . وعلى ذلك فقد عرف الأستاذ هيزن Heezen عام ١٩٥٩ السهل المحيطي بأنه تلك المنطقة من قاع المحيطات العميقة (أكثر من ٣٠٠٠ مترًا هادة) والتي تتميز بأستواء سطحها ، ومتوسط نسبة اتحدار هذا السطح ١ : ١٠٠٠ :

1- Heezen, E. C., (The Floor of the Ocean), Geol. Soc Amer, 1959

التوزيع الجغرافي للسهول المحيطية وخصائصها العامة

لوحظت السهول المحيطية العظمى في البداية فوق قاع المحيطات الكبرى ،
ولكن تبعاً للتوسع في عمليات سبر الأعماق وتقدم صنع الآلات الخاصة بتسجيل
صدى الصوت خاصة بعد الحرب العالمية الثانية ، اكتشف العلماء مجموعات أخرى
من هذه السهول (إلا أنها أقل مساحة) فوق قاع البحار الصغيرة ، مثل
خليج البنغال وبحر ويدال Weddell شمال القارة القطبية الجنوبية وكذلك في
خليج المكسيك والبحر الأبيض المتوسط .

وفيما يختص بالسهول المحيطية فوق قاع المحيط الهادئ فقد دلت الدراسات
الأقيانوغرافية على أن هذه السهول يعظم تكوينها على طول السواحل الغربية
لأمريكا الشمالية وأمام ساحل خليج ألسكا . وقد أكد أميري **Emery, 1960**
أن طبيعة سطح السهول المحيطية يختلف من جزء إلى آخر تبعاً لتنوع
الرواسب القارية والبحرية التي تتجمع فوقه من ناحية ، وكمية هذه الرواسب
واختلاف أحجامها من ناحية أخرى . وقد أوضح أن أتمار ألسكا تصب
أحجاء هائلة من الرواسب فوق قاع الخليج هذا إلى جانب كميات الرواسب
العظمى التي تتخلف فوق القاع تبعاً لفعل التغطاءات الجليدية البلايستوسينية .
وعلى ذلك اتسم قاع الأحواض السهلية في شمال شرق المحيط الهادئ بعظم
استوائه تبعاً لتغطيته بهذه الإرسابات المختلفة .

أما في المحيط الأطلسي فقد درست السهول المحيطية التي تتمثل فوق قاعه
دراسة تفصيلية ورسم لها خرائط بحرية دقيقة بحيث أمكن تحديد معظم
الظواهر التضاريسية الثانوية التي تشكل قاع هذه السهول والأحواض المحيطية
بل نجحت الدراسات الأقيانوغرافية المختلفة في تمييز السهول المحيطية المحددة
المساحة بهذا المحيط ، وأمكن تحديد موقع بعض السهول التي لم تكن معروفة
حتى وقت قريب من قبل ، مثل سهل سوهم المحيطي Sôhm Plain الذي

1- Emery, K. O., (The sea of Southern California...) N.Y, 1960,

يمتد جنوب جزيرة نيوزيلاند . ويبلغ متوسط عرض هذا السهل نحو ٢٠٠ ميل ويقع على عمق ١٨,٠٠٠ قدم (٥٥٠٠) متر ، ويميز السهل حواف جبلية عالية Marine scarps تشغل حدوده الشرقية والغربية ، ويرتفع لارتفاعها من ١٢٠٠ إلى ٤٨٠٠ قدم فوق أرضية السهل البحري . ويرتفع السهل تدريجياً نحو الشمال إلى أن تتصل أطرافه بالمنحدر القارى والرفرف القارى أمام مصب نهر سنت لورنس .

ومن الأحواض أو السهول المحيطية العظمى فوق قاع المحيط الأطلسي ، حوض شمال شرق الأطلسي ، وحوض شمال غرب الأطلسي ، ويفصل بينهما الحافة المحيطية الأطلسية العظمى (شكل ٤٠) وميز الباحثون إلى



(شكل ٤٠) الأحواض المحيطية العظمى والسهول أو الأحواض التي تنحصر بينها فوق قاع المحيط الأطلسي

الشرق من الساحل الشرقى لأمريكا الجنوبية حوضين متسعين هما حوض البرازيل وحوض الأرجنتين . وفما بين جنوب أفريقية والقارة القطبية

الجنوبية ينحصر بين الحواجز المحيطية العظمى مجموعات من الأحواض
السهلية المحيطية منها حوض ويدال Weddell ، والحوض الأطلسي -
الأنتاركتيكي - الهندي ، وحوض أوجوفاص . (شكل ٤٠) .

وإلى الغرب من القارة الأفريقية ، عملت الحواجز المحيطية الثانوية التي
تمتد عرضياً فيما بين الرفارف الأفريقية شرقاً ، وحاجز المحيط الأطلسي
الجنوبي غرباً على تقسيم السهل المحيطي في هذه المنطقة إلى مجموعات من
الأحواض السهلية الثانوية تشمل من الشمال إلى الجنوب ، حوض إيبيريا ،
وحوض كناريا ، وحوض سبر اليون ، وحوض سانت هيلانه ، وحوض رأس
الرجاء الصالح .

وتوجد بعض السهول المحيطية المحدودة المساحة في المحيط الهندي ومنها
حوض كارلسبرج Carlsberg الذي تحدد أطرافه الغربية الحاجز المحيطي
المعروف بهذا الاسم كذلك ، وحوض كارجولين Kerguelen الذي يقع
فوق أرضية المحيط فيما بين شبه القارة الهندية ، والقارة القطبية الجنوبية
(أنتاركتيكا) .

وفي المحيط القطبي الشمالي دلت نتائج الأبحاث التي قام بها دبتر وشماوي
Dietz and Shumway عام ١٩٦١ (١) على وجود سهول محيطية متسعة ،
أعظمها ذلك المعروف باسم حوض كندا والذي يقع على عمق ١٣٠٠ قدم
ويمتد من الشمال إلى الجنوب لمسافة يبلغ طولها ٦٦٠ ميل (١٢٠٠ كيلومتر)
وقد أكد أن السبب الرئيسي الذي أدى إلى أستواء سطح هذا الحوض هو تجمع
الرواسب الجليدية البلايستوسينية فوق أرضيته .

وقد ساهمت الأبحاث السوفيتية الحديثة في تفسير كثير من النقاط التي
كانت غامضة من قبل عن طبيعة هذا المحيط ومورفولوجيته العامة . وقد
أوضحت هذه الدراسات أن أرضية المحيط القطبي الشمالي تنقسم إلى حوضين

١٤ Dietz, R.S, (Continent and ocean basin...) Nature, vol, 190 1961

رئيسيين متسعين يفصل بينهما حاجز محيطي يمتد من جزيرة نوفو سيبيرسك إلى جزيرة جرينلند وأسمير Ellesmere كما أكدت كذلك في عام ١٩٥٤ بأن هذا المحيط (١) يعد حديث النشأة جداً ، حيث إن إظهاره العام قد تكون منذ نحو ١٠,٠٠٠ سنة مضت (بعد إنتهاء عصر البلايوسين وبداية العصر الحديث) .

وقد تشكل بعض السهول المحيطية بمجموعات مختلفة من التلال والجبال الانفرادية المنعزلة والتي يختلف إرتفاعها من ٣٠ متر إلى ٤٠٠٠ متر فوق أرضية السهل المحيطي . وقد تبين أن معظم هذه التلال تتكون عادة على طول الأطراف الحدودية للسهول المحيطية ، وقد واجه الباحثون عقبات مختلفة عند تفسير نشأة هذه الجبال ، ذلك لأنه كان وما زال من الصعب فحص التركيب الجيولوجي لهذه الجبال وتحديد العوامل التي ساهمت في نشوئها . وعلى ذلك رجح البعض أن التلال المنعزلة فوق أطراف السهول المحيطية قد ترجع إلى فعل الرواسب المتجمعة فوق أرضية السهل بينما رجح البعض الآخر أنها تعزى إلى حلوث بعض الحركات التكتونية على طول الحواف الهامشية للسهول المحيطية خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة . وتبعاً لهذا الرأي الأخير تختلف التلال المنعزلة وتتنوع أحجامها تبعاً لطبيعة الحركات التكتونية التي شكلتها خلال التاريخ الجيولوجي الطويل .

نشأة السهول المحيطية

لا يزال نشأة السهول المحيطية تحتاج إلى تفسيرات علمية أكثر دقة من تلك التي رجحت حتى الوقت الحاضر ، بل تعد نشأة السهول المحيطية مشكلة في الدراسات الأقيانوغرافية الطبيعية لم تحل بعد . وقد دلت النتائج الدراسات السيسمولوجية ونتائج أعمال صدى الصوت في المحيطيات على أن السهول المحيطية تتكون أساساً من كتل صخرية عظيمة الكثافة تتألف من السيماس (Sima صخور ترتفع فيها نسبة سليكات الماغنيسيوم) ، أما صخور السبال (Sial

1- a- Izvestia Akademii Nauk, S.S.S.R. No. 5 (Sep.-Oct., 1954).
b- Lake, P., (Physical Geography), Cambridge, 4th. edi. (1958)

القارية (صخور ترتفع فيها نسبة سليكات الألووم) ، فتكاد تكون معدومة الوجود في القشرة الأرضية لقاع انخسافات. ولكن تراكم فوق صخور السيل التي تتألف منها أرضية السهول، فرشاة سميككة من الرواسب المختلفة . وقد أوضحت الدراسات كذلك أن سمك طبقة السيل التي تقع أسفل مياه البحار أقل سمكاً بكثير من تلك التي تقع تحت طبقات السيل القارية و من ثم كان من الصعب إيجاد حل يفسر كل هذه الملاحظات مجتمعة . ومع ذلك فقد فرضت عدة آراء مختلفة لتفسير نشأة السهول المحيطية منها :-

١ - نظرية داروين التي رجحها عام ١٨٧٨ وأكدها ثانية عام ١٨٨١ والتي تعد أقدم الآراء التي رجحت لتفسير عدم وجود قشرة السيل أسفل مياه المحيطات ، وفي نفس الوقت نشأة المحيط الهادي . ويعتقد داروين أن القمر انفصل عن الأرض تبعاً لتفاعل قوة جذب الشمس للأرض من ناحية وقوة الطرد المركزية الناتجة عن عملية دوران الأرض حول نفسها من ناحية أخرى وقد انفصل القمر عن الأرض من الجزء الذي يشغله اليوم الحوض الدائري للمحيط الهادي .

ومن أنصار هذا الرأي الأستاذ ازموند فيشر Osmond Fisher الذي رجح أن عملية أنسلاخ القمر وأنفصاله عن كوكب الأرض ، أدت إلى ساب غطاء السيل من الجزء الذي يشغله حوض المحيط الهادي الحالي ، ومن حسابه لقطر القمر ، أكد فيشر كذلك أن أبعاد المسطحات المائية للمحيط الهادي تتفق كثيراً مع شكل القمر المستدير ، بل وإذا وضع القمر في حوض هذا المحيط للمأخوذه المائي تماماً وكون طبقة متوسط سمكها نحو ٦٠٠ كيلو متر .

ب - رجح الأستاذ هالم (Halm) عام ١٩٣٥ بأن حجم الكرة الأرضية يزداد زيادة تدريجية بسيطة ، وقد نجم عن العملية البطيئة لإنفخاخ الكرة الأرضية أن تكسرت قشرة السيل الخارجية وتمزقت من فوق الأحواض المحيطية التي امتلأت بالمياه ، وبقيت هذه القشرة فوق اليابس . وعلى ذلك لم تتمكن هذه القشرة التي كانت محدودة المساحة تغطية أكثر من ٣٠٪ من مساحة السطح الحالي للكرة الأرضية . وقد وافق كل من أجيد

Egyed عام ١٩٥٦ ، وكارى Carey عام ١٩٥٨ على هذا الرأى ، ورجح كارى أن عملية الإنتفاخ البسيطة لا تحدث فى الوقت الحالى ولكنها كانت واضحة عند بداية نشأة الكرة الأرضية (١) .

ولكن من دراسة الخصائص الطبيعية للتركيب المعدنى للكرة الأرضية أثبتت الدراسات الجيوفيزيائية عكس ذلك ، وأكدت أن الأرض تعرضت لعملية تقلص أو أنكماش تدريجية بسيطة ، بعد فترة ميلادها ونشأتها بدلا من تعرضها للإنتفاخ البسيط الذى ينجم عن زيادة حجم الكرة الأرضية .

ج - رجح كل من ديتز Dietz وجيلفارى Gilvarry عام ١٩٦١ (٢) أن المحيط الهادى قد تكون تبعاً لسقوط نجم سماوى كبير الحجم ، عمل على صهر صخور السبال (تبعاً لسخونته الشديدة) وضغط طبقات السيمانفى نفس الوقت (تبعاً للضغط الشديد الذى وقع فوقها) وهكذا أصبح سمك هذه الطبقات أقل منه تحت قارات اليابس ، وقد عمل هذا النجم على حفر حوض المحيط الهادى وتعميقه . أما المحيط الأطلسى وبقية المحيطات الأخرى فيعتقد ديتز أنها نتاج حركة زحزحة القارات Continental Drift .

1- a- Carey, S. W., (A tectonic approach to continental drift), Univ. of Tasmania, Geol. Dept., (1958), 177-355.

b- Halm, T. K., (An astronomical aspect of the evolution of the earth), Astro. Soc. South Africa, vol. IV (1935).

2- Gilvarry, J , (How the sky drove the land from the bottom of the sea), Saturday Review, Nov. 4. (1961), 53-58.

(ثانياً) الخنادق المحيطية العميقة

Deep Sea-Trenches

الخنادق أو الخنادق المحيطية عبارة عن شقوق عظمية طولية أو قوسية الإمتداد ، محدودة الأتساع (من جانب إلى آخر) إلا أنها عظيمة العمق (أكثر من ٢٥ ألف قدم) ، كما أنها تقع في منطقة الضعف الجيولوجي العظيمى أى في المناطق الحدية التى تفصل بين اليابس أو القارات من ناحية والقاع الحقيقى للمحيطات من ناحية أخرى (فيما وراء منطقة الرفرف القارى) على ذلك تتكون مجموعات متتابعة من الخنادق المحيطية العميقة على الحواف الحدية أو الهامشية للمحيط الهادى (شكل ١٠٠) ويظهر بعض أمثلتها كذلك في البحر الكاريبي ، وفي النصف الجنوبي من المحيط الأطلسي وعلى الجانب الغربي للمحيط الهندي .

ويذكر الأستاذ جيلشر A. Guilcher (١) عام ١٩٥٨ ، بأنه على الرغم من أن الخنادق المحيطية العميقة لا تشكل أكثر من ١٪ من مساحة أرضية البحار والمحيطات إلا أنها تعد من أعظم الظواهر التضاريسية الكبرى التى تشكل قاع المحيط . وحيث يبلغ متوسط عمق كل منها نحو ١٠ آلاف قدم ، لذا فهي توضح للباحث الأقيانوغرافى بيئتين تضاريسيتين مختلفتين . فالمنطقة المحصورة بين هذه الخنادق ونحط الساحل ، تتألف غالباً من صخور سيالية بأقرب تضاريسياً لمظهر سطح اليابس نفسه ، أما على طول الجانب الآخر فيما بين هذه الخنادق وأعماق المحيطات العظيمى ، فتتألف الصخور هنا من الصخور السليما ، ويختلف الشكل التضاريسى لأرضية المحيطات تماماً عما نشاهده على سطح اليابس :

وتتمثل أعظم الخنادق المحيطية في المحيط الهادى (شكل ١٠٠) والجدول التالى يوضح أعماق بعض هذه الخنادق .

1- André Guilcher, (Coastal and Submarine morphology), Methuen, London, (1958).

| العمق بالمتر | العمق بالقامة | اسم الخائق |
|--------------|---------------|--------------------|
| ٧,٦٧٩ | ٤,٢٠٠ | الوشيان |
| ١٠,٤٤٠ | ٥,٦٧٦ | كوريل |
| ٩,٨١٠ | ٥,٣٦٤ | اليابان (بونين) |
| ١١,٥٠٠ | ٦,٣٠٠ | ماريانا «غور شمال» |
| ١٠,٠٣٠ | ٥,٤٨٤ | مينداناو |
| ٨,٣٢٠ | ٤,٥٤٩ | نيوبريتان |
| ٩,٠٣٥ | ٤,٩٤٠ | نيوهيرلندز |
| ١٠,٨٠٠ | ٥,٩٠٥ | تونجا |
| ٩,٩٩٤ | ٥,٤٦٥ | كرومادوك |
| ٨,٠٥٠ | ٤,٤٠٤ | بيرو - شيلي |

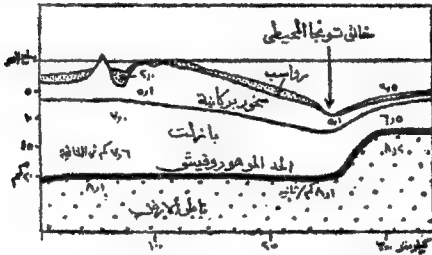
يتضح من هذا الجدول السابق أن أعظم عمق للخوائق المحيطية هو ذلك الواقع بالقرب من مجموعة جزر ماريانا Mariana (دائرة عرض ٢٠° - ١١° شمالاً ، خط طول ١٤٢,٥٠° شرقاً) . وقد أثبتت دراسات صدى الصوت التي أجريت في أرضية هذا الخائق بأن أعظم عمق فيه يبلغ ٥٩٣٣ قامة (١٠,٨٥٠ متر) ، ولكن في عام ١٩٦٠ أجريت عدة أبحاث أخرى بواسطة غواصة الأعماق تريست ، وتبين أن أعظم عمق للخائق يبلغ نحو ٦,٣٠٠ قامة (١١,٥٠٠ متر) .

ويعتمد خائق ماريانا مثله كمثل بقية خوائق المحيط الهادى على شكل قوسى وهو أيضاً لاتجاه أقواس الجزر المحيطية المجاورة له مباشرة . وعلى الرغم من أن متوسط عرض هذا الخائق الذى يبدو قاعه العرضى على شكل حرف (V) لا يزد عن نصف ميل إلا أن طوله يبلغ أكثر من ٢٥٠ ميل . وقد تبين أن كل مجموعات الخوائق المحيطية العميقة بالمحيط الهادى تقع في مناطق الضعف الجيولوجية على طول امتداد خط الاندسيت (١) وقد يكون لنشأتها علاقة

١ - هو الحد الجيولوجى الهام الذى يفصل بين صخور السيل القارية وصخور السيمما .

وثيقة بأقواس الجزر المحيطية المجاورة لها : وعلى ذلك قبل أن نتحدث عن الآراء التي أفرحت لتفسير الحوائق المحيطية العميقة يحسن أن نشير إلى أمثلة لها :

(١) خائق تونجا : يعد أعمق هذه الخوائق جميعاً إذ يبلغ متوسط عمقه نحو ١٠,٨٠٠ متر ، وقد أنشأ له قطاع عرضي يوضح الظواهر التضاريسية العامة التي تشكله وذلك بالاستعانة بالأعمال المساحية السيسمو جرافية (شكل ٤١) . وقد تبين أن الحد الموهورفيشي (١) Mohorovicic Discontinuity يقع على بعد ٢٠ كيلومتر تحت صخور السيل القارية المجاورة . ومن دراسة المفتتات الصخرية والرواسب المختلفة فوق أرضية خائق تونجا تبين أن بعضها يرجع إلى الزمن الجيولوجي الثالث . ومعنى هذا أن نشأة خائق تونجا قد ترجع إلى بداية الزمن الجيولوجي الثالث أو قبل هذا الزمن . ويوضح شكل ٤١ التركيب الجيولوجي لخائق تونجا ، واختلاف سرعة الموجات السيسمو جرافية في طبقات



(شكل ٤١) التركيب الصخري أسفل خائق تونجا المحيطي

١ - الحد الموهورفيشي : هو الحد الذي يفصل بين الصخور القاعدية للقارات وصخور باطن الأرض mantle نفسها وتبلغ سرعة الموجات السيسمو جرافية عند هذا الحد ٨,١ كيلومتر في الثانية . وقد جاءت هذه التسمية تبعاً لاسم عالم البراكين والزلازل اليوغسلافي « موهورفيشك » الذي ميز هذا الحد الجيولوجي الهام عام ١٩٠٩ .

وكتل الصخور المختلفة تبعاً لاختلاف التركيب المعدني للصخور وتنوع كثافتها.

(ب) خانق أمريكا الوسطى : - (خانق أكابولكو)

قام بدراسة مورفولوجية هذا الخانق الذي يمتد مجاوراً للساحل الغربي لأمريكا الوسطى كل من سوهم وفيشر Shom and Fisher عام ١٩٦١ . من نتائج دراستهما تبين أن هذا الخانق يمتد هو الآخر على شكل قوس يبلغ امتداده الطولي فيما بين طرفيه الشمالي والجنوبي نحو ١٢٦٠ ميل ومتوسط عمقه نحو ٤٤٠ متر (١٤,٤٠٠ قدم) ، وقد اتضح من نتائج الأبحاث السيسمولوجية أن الحد الموهوروفيشي يقع على بعد ٩ كيلومتر فقط أسفل قاع الجزء الشمالي الغربي من الخانق بينما يقع هذا الحد على بعد ١٧ كيلومتر أسفل قاع الجزء الجنوبي الشرقي للخانق. على ذلك رجح فيشر أن الجزء الشمالي من هذا الخانق أقدم عمراً من الجزء الجنوبي ، وقد أكدت الدراسات الجيولوجية حقيقة هذه النتيجة عندما تبين أن القطاع العرضي للجزء الشمالي من الخانق يبدو على شكل حرف (U) ، وأن القاع هنا مغطى بكميات عظيمة من الرواسب بينما يبدو القطاع العرضي للجزء الجنوبي من الخانق على شكل حرف (V) وتقل فوق أرضيته سمك الفرشات الإرسائية .

نشأة الخوانق المحيطية العظمى

اختلف آراء الباحثين فيما يخص بالعوامل التي أدت إلى نشأة الخوانق المحيطية العظمى ، ويمكن أن نلخص أهم هذه الآراء فيما يلي :-

- ١ - أعتقد الباحث فيننج مينيز Vening Meinesz تبعاً لنتائج الأبحاث السيسمولوجية التي أجراها في قاع المحيط الهادي ودراسات الانحرافات الموجبة والسالبة غير المنتظمة Negative and positive anomaly عند تسجيل المنحنيات

التي تفسر طبيعة التركيب الجيولوجي تحت قاع المحيط ، أن نشأة الخوانق المحيطية العميقة ذات علاقة وثيقة بالحركات التكتونية لقاع المحيط . فحدوث الانحرافات الموجبة والسالبة إن دل على شئ^١ فإنما يدل على أن المناطق الحدية لقاع المحيطات تعتبر مناطق عدم استقرار حيث يتخلل فيها نظام بنية الطبقات . وتعرض دائماً لحدوث الهزات الزلزالية العنيفة والنشاط البركاني الشديد.

وقد أيد أمجروف Umbgrove نظرية ميترز السابقة وأكد أن نتائج تسجيل الموجات الزلزالية والسيسمولوجية توضح انحرافات سالبة في أرضية الخوانق وانحرافات موجبة Positive anomaly على جانبي الخوانق. ويبرز ذلك إلى أن سمك صخور السيلال في منطقة أرضية الخانق رقيقة جداً إن لم تكن معدومة بينما هي أعظم سمكاً نسبياً على جانبي الخانق . ويرجع أمجروف كذلك أن مناطق الخوانق هي مناطق ضعف جيولوجية عظمى تمثل أحواض مقعرة ومثنية عظمى Grosyncline tectogene تعرضت كذلك لحركات صدعية متوالية واصبحت تمثل أعظم المناطق تأثراً بالشقوق والفوالق الكبرى في صخور القشرة الأرضية . ونتيجة لفعل حركات التصدع وضغط صخور السيلال الأولية وهبوطها على صخور السيلما السفلية اندفعت مصهورات السيلما من أسفل إلى أعلى وظهرت على شكل براكين محيطية وكونت بعض الجزر البركانية على جانبي الصدوع العظمى . وفي نفس الوقت ضعفت صخور السيلال العليا واصبحت رقيقة السمك جداً واحتل مكانها على طول أسطح الصدوع العظمى أو محاور الثنيات المختلفة الخوانق الطولية العميقة . وعلى ذلك نصح أمجروف في تفسير اختلاف سمك صخور السيلال أسفل الخوانق المحيطية وعلى جانبيها من ناحية ، والعلاقة بين هذه الخوانق وامتداد الأقواس الجزرية المحيطية من ناحية أخرى .

وقد ميز أمجروف بين نوعين مختلفين من أقواس الجزر هما : -

١ - أقواس الجزر الفردية : حيث يتشكل قوس جزري على شكل خط

منحنى ، يوازى تماماً أحد جانبي الخوانق المحيطية وغالباً ما يكون هذا الجانب هو ذلك المواجه لساحل القارات ، وتعزى نشأة مثل هذه الأقواس إلى حدوث النشاط البركانى على طول محور واحد أو فى منطقة محددة ، خلال فترات جيولوجية مختلفة ، ومن أمثلة هذه المجموعات من الجزر قوس بونين ، وقوس الفلبين وقوس ماريانا .

ب - **الأقواس الجزر المرجية** : وهى تلك التى تشتمل على أكثر من قوس جزرى وتبدو أقواسها متوازية ومتجاورة وتختصر بينها عادة خوانق محيطية عظمية وتعزى نشأة مثل هذه الأقواس إلى حدوث النشاط البركانى فى أكثر من محور أو منطقة محددة ، خلال فترات جيولوجية مختلفة . ومن أمثلة هذه المجموعة قوس أندونيسيا (جاوه) .

٢ - أما الباحث بينوف Benioff فقد درج عام ١٩٥٤ بأن كلاً من أقواس الجزر المحيطية والخوانق المحيطية العميقة ما هى إلا ظاهرات جيومورفولوجية سطحية نجمت عن حدوث حركات تصدع عظمى باطنية عميقة (متوسط عمقها من قاع المحيط ٦٥٠ كيلومتر) فى الطبقات السفلى أسفل القشرة الأرضية نفسها . وتحدث البراكين فى الصخور التى رمت إلى أعلى بواسطة حركات التصدع كما تنبثق الثورانات والمصهورات العظمية على طول أسطح هذه الصدوع . وإذا ظهرت هذه المصهورات بكميات كبيرة فوق قاع البحر ، وتراكت إلى أن تظهر كذلك فوق سطح المياه ، تتكون بذلك الجزر البركانية ، أما إذا لم تظهر المصهورات فوق سطح المياه ، فتبدو على شكل تلال بركانية تراكمية تنتشر فوق ارضية قاع البحر .

وقد اعتمد الأستاذ بينوف فى بناء نظريته على الحقيقة التى توضح أن الأقواس الجزرية المحيطية الموازية لأمتداد الخوانق العميقة تلتصق جنوبها بالصخور التى تقع أسفل قاع المحيط ، وإنتشار مجموعات هائلة من البراكين والتلال البركانية المحيطية فى منطقة الخوانق الضعيفة جيولوجياً .

ومن نتائج دراسات شتيل S till عام ١٩٥٥ ، تبين أن كلا من الخوانق المحيطية العميقة وأقواس الجزر المحيطية ، يتعان في منطقة ضعف جيولوجية عظمى يكثر فيها حدوث الزلازل والبراكين والصدوع ، ولكنه رجح بأن عملية تكوين الخوانق نفسها لم تحدث إلا منذ بداية الزمن الجيولوجي الثالث فقط ، بل أن بعضاً من هذه الخوانق مثل خانق نيو هبريلز New Hebrides وخانق نيو بومرانيا New Pommeranian ربما تكونا فيما بعد الزمن الثالث .

٣ - وهناك نظرية أخرى تعرف باسم « نظرية التيارات الصاعدة » Convectional Current theory . وكان من أظهر مؤيديها الأستاذ الجيولوجي البريطاني آرثر هولمز Arther Holmes . وقد أعتقد هولمز بأنه يتولد في صخور باطن الأرض حرارة عظمى تبعاً لتفاعل عناصر الراديوم والثوريوم . وينجم عن هذه الحرارة تكوين مجموعات عظمى من التيارات الباطنية التصاعدية ، بحيث تصعد هذه التيارات رأسياً إلى أعلى في أواسط المحيطات وعند وصولها إلى قاع الطبقة العليا لقشرة الأرض تنحرف على يمين وشمال اتجاهها ، وتتجه في حركة أفقية صوب القارات على الجانبين ، وعندما تقترب من ساحل القارات تنحرف ثانية إلى أسفل من مركز نشوئها (بعد أن يضعف نشاطها) . وقد أكدت أبحاث العالم أليوغسلاف «مهور فيشك» عام ١٩٠٩ بطريقة علمية صحة الآراء النظرية التي افترضها هولمز من قبل ، كما أعلن العلماء أكثر من مرة خلال مؤتمرات السنة الدولية الجيوفيزيائية وخاصة عام ١٩٥٧ أن هنالك تيارات حرارية تصاعدية هائلة تحدث في باطن الأرض تبعاً للتفاعل الراديوي . وعلى ذلك تشبه هذه التيارات تلك المعروفة بتيارات الحمل والتي تتولد إذا ما تعرضت السوائل في الأواني للحرارة الشديدة أو للتسخين المستمر . وفي عام ١٩٦١ أكد الأستاذ ديتز Dietz (١) نظرية التيارات الصاعدة ، وأوضح أن هذه التيارات تتحرك رأسياً في باطن الأرض من أسفل إلى أعلى في أواسط الأحواض المحيطية وعلى ذلك نجم

1- Dietz, R. S., (Continent and ocean basin ..) Nature, vol. 1٩0 (1961).

عنها لإنشاء صخور السبما وتكوين الحواجز المحيطية العظمى في أواسط المحيطات وكانت أعمدة فقرية لها . ثم توجه التيارات في حركة أفقية صوب القارات أسفل صخور السبما وعندما تقترب من السواحل تهبط ثانية إلى أسفل تحت سلاسل الجبال السيلية المتاخمة لأطراف القارات (كما هو الحال بالنسبة لمرتفعات الروكي والأنديز) وفي المواقع التي تهبط فيها هذه التيارات إلى أسفل تتكون تلك الظواهر التي يطلق عليها اسم « الخنادق الطولية العميقة » .

(ثالثاً) الحواجز المحيطية العظمية

Submarine Ridges.

تشبه الحواجز المحيطية العظمى تلك الحواجز الصخرية التي تتكون على اليابس من حيث الشكل العام تارة ، ومن حيث النشأة تارة أخرى . إلا أن الحواجز المحيطية أعظم حجماً بكثير من الحواجز القارية . بالإضافة إلى ذلك فقد أوضحت الدراسات الأفيانوغرافية أن الحواجز المحيطية تكاد تتوسط الأحواض المحيطية ، وتظهر كأنها أعمدة فقرية لها . وعلى سبيل المثال يقسم حاجز المحيط الأطلسي أرضية المحيط إلى شطرين طوليين وكذلك تكاد تنقسم أرضية المحيط الهادى إلى قسمين طوليين (قسم شرقى وآخر غربى) بواسطة حاجز جزر كريسماس . أما المحيط الهندى فيكاد ينصفه هو الآخر حاجز كارلسبرج إلى حوضين طوليين كذلك (شكل ٤٢) . وإلى جانب هذه



— حواجز محيطية

--- للخطوط المتعامدة بين الحواجز المحيطية

(شكل ٤٢) الملاحظة بين موقع الحواجز المحيطية والخطوط المتعامدة بين الأحواض المحيطية

الحواجز المحيطية الطولية تظهر مجموعة أخرى من الحواجز العرضية على شكل أفرع ثانوية للمجموعة الأولى ، وتعمل على تقسيم قاع المحيط إلى أحواض صغيرة (شكل ٤٠) وقبل أن نشير إلى الآراء المختلفة التي رجحت لتفسير نشأة هذه الحواجز ، يحسن أن نلقى بعض الضوء على توزيعها الجغرافي فوق قاع البحار والمحيطات وخصائصها المورفولوجية العامة .

التوزيع الجغرافي لحواجز المحيطية وخصائصها المورفولوجية العامة :

تكاد تتمثل الحواجز المحيطية العظمى في كل المحيطات الكبرى بالإضافة إلى ظهورها فوق قاع معظم البحار الثانوية كذلك :

في المحيط الأطلسي يمتد حاجزه الرئيسي في أوسط أرضية المحيط ويكاد يقسمها إلى قسمين متساوين . ويبدو هذا الحاجز على شكل حرف (S) ويبدأ طرفه الشمالي بالقرب من Bear Island وجان ماين Jan Mayen عند دائرة عرض ٧٣° شمالاً ، وخط طول ٥° شرقاً . وقد أكدت الدراسات السيسمولوجية أن كل الجزر المحيطية الواقعة في النصف الشمالي من المحيط الأطلسي تقع فوق أعالي هذا الحاجز وفي القسم الأوسط من المحيط الأطلسي يتقوس الحاجز ويغير اتجاهه من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي وهنا يقع خائق عميق يعرف باسم خائق رومانش Romanch Trench وإلى الجنوب من هذا الخائق يمتد الحاجز من الشمال إلى الجنوب في المحيط الأطلسي الجنوبي ، ثم ينتهي عند أقصى القسم الجنوبي من هذا المحيط ويتصل بحاجز جزر كاراجولين Kurgulen .

وقد ساهمت سفينة الأبحاث الأقيانوغرافية أطلانيس Atlantis في إيضاح الكثير عن مورفولوجية هذا الحاجز وخاصة في الجزء الذي يمتد فيمابين دائرتي عرض ٣٠° ، ٤٠° شمالاً . ويتخلل هذا الحاجز بعض الانخفاضات الطولية التي تقع عند عمق ١٥٠٠ متر من سطح الحاجز المحيطي ، كما تحبس بعض أجزاء الحاجز فيما بينها مضارب يراوح عمقها من ٢٨٨٠ إلى ٤٥٠٠ متر تحت سطح الماء . وكان لإمتداد حاجز المحيط الأطلسي في منتصف أرضية



(شكل ٤٣) أعماق قاع المحيط الأطلسي

المحيط : أثره الواضح في تشكيل طبيعة الأعماق بالمحيط . فأعظم المناطق عمقاً بالمحيط لا تشغل أو اسط المحيط كما كان يعتقد حتى بداية القرن التاسع عشر ، بل هي تلك الأحواض المحيطية التي تقع إلى الشرق وإلى الغرب من حاجز المحيط الأطلسي العظيم . (شكل ٤٣) .

أما قاع المحيط الهادى فيتشكل بواسطة مجموعات عظمى من الحواجز التي

تكاد تقطع أرضية هذا المحيط إلى شطرين متساوين ، شطر شرق وآخر غربى . فإلى الشرق من الجزر اليابانية تمتد فوق قاع المحيط من الشمال إلى الجنوب حواجز محيطية عالية وتتصل بحاجز المحيط الهادى الأوسط . ويعد هذا الحاجز الأخير عبارة عن حاجز عرضى محدود الإمتداد ، ثم يتفرع منه حاجز جزر كريسماين الذى يمتد من الشمال الغربى إلى أن يلتقى جنوباً بحاجز المحيط الهادى الشرقى (شكل ٤٢) :

أما فوق قاع المحيط الهندى فيمتد حاجز كارلسبرج على شكل حرف (Y) وتبدأ الأطراف العليا للزراع الأيمن لحرف (Y) بالقرب من المياه الساحلية أمام ميناء كراتشى ، ويتألف هذا الحاجز المعروف هنا باسم حاجز موى Murray Ridge من حاجزين متوازيين يفصلهما عن بعضهما منخفض طولى عميق . أما الأطراف العليا للزراع الأيسر لحرف (Y) فتظهر فوق قاع المحيط بالقرب من جزيرة موزمبيق

(إلى الشرق مباشرة من رأس القرن الأفريقي) . ثم يتقابل الزرعاان في حاجز واحد يعرف باسم حاجز كارلسبرج . ويتألف الحاجز في هذا القسم الجنوبي كذلك من حاجزين مزدوجين متوازيين يتراوح عمقهما من ٢٣٠٠ - ٣٠٠٠ متر ويفصل بينهما خائق طولى عميق يبلغ عمقه نحو ٣٥٠٠ متر .

أما قاع المحيط القطبي الشمالي فهو مقسم كذلك بحواجز أهمها جميعاً حاجز لونوسوف Lomonosov الذى اكتشفه المساحون الجيوفيزيقيون الروس . ويمتد هذا الحاجز العظيم الإمتداد من جزر نوفوسيبسك Novo Sibrisk إلى جزر ألسمير Ellesmere شمال كندا . وقد درس كل من ديتز Dietz وشمواى Shamway عام ١٩٦١ الخصائص المورفولوجية العامة لهذا الحاجز وأوضحا أن نشأته تعزى إلى أثر حدوث حركات تكتونية عظمى شكلت معظم أجزائه ونجم عنها حركات رفع وصاحبتهما حركات تصدع عظمى . إلا أن صخور هذا الحاجز لا تشتمل على أدلة تثبت حدوث ثورات بركانية . وقد أوضحت دراستهما كذلك أن السطح العلوى للحاجز عبارة عن سطح مقشوط Truncated Surface خاصة على عمق ١٤٠٠ متر من سطح الماء وإن دل هذا على شئ فإتمامه يدل على أن منسوب سطح البحر إبان فترة تكوين هذا الحاجز كان أقل منه في الوقت الحاضر . كما دلت الدراسات السيسموجرافية^١ على أن هذا الحاجز ما زال معرضاً لفعل الحركات التكتونية البسيطة خاصة حول جزر ألسمير :

يتضح من هذا العرض أن الحواجز المحيطية أعظم حجماً بكثير إذا ما قورنت بتلك على اليابس فضلاً عن ذلك فإن الحواجز القارية تتعرض لفعل عوامل التعرية المختلفة التى تشكل مظهرها العام، وتؤدى إلى إنخفاض منسوبها بالتدريج بينما لا تتعرض الحواجز المحيطية لمثل هذه العوامل . وقد تشكل هذه الحواجز الأخيرة بما يلى : -

١ - حدوث الثورات البركانية التى ينجم عنها أنبثاق المصهورات اللافية والتى قد تتداخل في صخور الحواجز المحيطية .

٢ - تعرض هذه الحواجز لعمليات الإرساب البحرية :

ويلاحظ أن كلا من هذين العاملين السابقين لاينجم عنهما تعرية الحواجز المحيطية والحدل على تآكلها . بل يساهمان في بنائها بالتدريج وإرتفاع أعاليها فوق قاع البحر المجاور لها . ولطمس معالمها التضاريسية تبعاً لامتلاء المقعرات السطحية بالاروااسب . وعلى ذلك فإن متوسط منسوب هذه الحواجز المحيطية يبلغ نحو ٣٠٠٠ متر فوق أرضية المحيط .

نشأة الحواجز المحيطية

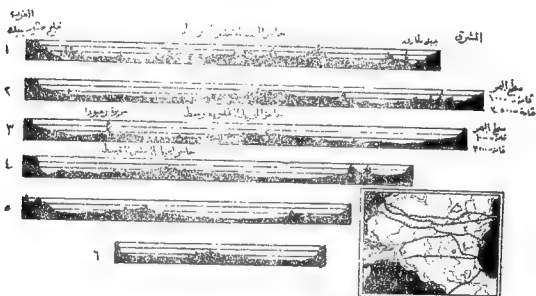
دلت الدراسات السيسمولوجية على أن الحواجز المحيطية تختلف فيما بينها من حيث التركيب الصخري . (شكل ٤٤) . فصخور بعض الحواجز قارية النشأة وبعضها الآخر قد تكون أصل صخوره بركانية أو بركانية قارية .



(شكل ٤٤) تصنف الحواجز المحيطية تبعاً لاختلاف تركيبها الصخري

١ وأوضحت نتائج الأبحاث الجيولوجية أن أجرتها سفينة الأبحاث الأقيانوغرافية أطلانتيس أن الصخور الجانب الغربي لحاجز المحيط الأطلسي الشمالي تتألف من الصخور الجيرية التابعة للزمن 'البليو-أزلي' الثالث . بينما تتكون الصخور حاجز المحيط الأطلسي الجنوبي أساساً من الكوارتزيت . وفي المحيط الهندي تبين أن حاجز سوقطرة يتكون من 'بارانيت' أما حواجز المحيط الهندي فهي أساساً بركانية المنشأ وتتألف من البازلت .

ولانتوقف مشكلة الحواجز المحيطية العظمى على تفسير نشأتها فقط . بل كذلك كيفية تفسير موقعها الذي يحتل أواسط الأحواض المحيطية . فكما يبدو من القطاعات التضاريسية لقاع المحيط الأطلسي (شكل ٤٥) أن حاجز المحيط الأطلسي يتوسط هذا المحيط وتمتد السهول المحيطية العظمى على جانبيه



(شكل ٤٥) عرض القطاعات التي توضح قعر قاع المحيط الأطلسي وشكله العام

وعند الحديث عن نشأة الحواجز المحيطية يجب ألا ننفل نتائج الأبحاث السيسمولوجية والجيوفيزيكية الحديثة . وقد أكدت هذه النتائج الحقائق التالية:

- ١ - إن سرعة الموجات الزلزالية أو السيسمولوجية أسفل المحيطات أسرع منها أسفل القارات .

٢ - إن سرعة الموجات الزلزالية تحت قاع المحيط الهادى أسرع منها تحت قاع المحيط الأطلسى وقاع المحيط الهندى .

٣ - إن سرعة الموجات الزلزالية تحت قاع النصف الغربى من المحيط الأطلسى أسرع منها تحت قاع نصفه الشرقى وتشابه فى نفس الوقت متزعة الموجات الزلزالية تحت قاع المحيط الهادى .

إن سرعة الموجات الزلزالية تحت قاع النصف الشرقى من المحيط الهندى أسرع منها تحت قاع نصفه الغربى .
ومن هذه الحقائق يمكن أن نستنتج الآتى : -

- إن كلا من قيعان المحيط الهادى والنصف الغربى من المحيط الأطلسى ومعظم أرضية المحيط القطبى الشمالى تتألف صخور هامة الصخور البازلتية الثقيلة (صخور السيماسما Sima) .

٥ - يتنطى قاع النصف الشرقى من المحيط الأطلسى وقاع النصف الغربى من المحيط الهندى بصخور السيلال Siäl :

٦ ٣ - يقع إطار المحيط الهادى الحقيقى داخل نطاق حد الإندسيت :

٤ - فى المحيطات التى تتألف قيعانها من صخور السيلال ، تبين أن هناك تشابهاً كبيراً بين إمتداد الحواجز المحيطية وإمتداد السلاسل الجبلية فوق اليابس . وعلى سبيل المثال لا الحصر ، نلاحظ أن حاجز رأس الرجاء الصالح المحيطى يقع على نفس إمتداد حافة دراكنزبرج ، وأن حاجز فالنيس المحيطى يقع على نفس إمتداد خط تقسيم مياه الكنفو - الزمبىزى :
وأن حاجز غينيا المحيطى يقع على إمتداد نطاق اللواظف البركانية فوق اليابس فى مناطق فرناندو بو - الكميرون - والحجار . وأن الجزء الأكبر من حاجز كالسبرج فوق قاع المحيط الهندى يعد جانباً من جوانب الأخدود الأفريقى العظيم ٥

وعلى الرغم من كل الملاحظات والحقائق التي دونت عن مورفولوجية
الحواجز المحيطية ، إلا أن نشأتها لا تزال غير معروفة تماماً . وقد رجح
الباحثون عدة آراء مختلفة لتفسير تكوين الحواجز المحيطية ، بل أن الباحث
الواحد ، قد يرجع أكثر من عامل واحد يساهم في معرفة نشأة مثل هذه الحواجز
فلاحظ مثلاً الأستاذ ديس Hess عام ١٩٤٦ (١) قد يرجع خمس حالات
يمكن أن تتكون الحواجز المحيطية عن طريقها وتتلخص آراؤه فيما يلي :

١ - يرجع نشأة بعض هذه الحواجز المحيطية إلى أثر حدوث الثورات
البركانية العظمى وإنشاق كتل بازلتية من باطن الأرض وظهورها فوق
قاع المحيط على شكل حواجز عظمى . ونتيجة لتراكم المصهورات
البركانية وإرتكازها فوق بعضها يزداد ثقل المواد المتجمعة ، ويؤدي
إلى حدوث حركات هبوط تدريجية في قاع المحيط . وبهذا لهذا الرأي
فإن حواجز قاع المحيط التي تنتمي إلى هذه المجموعة عبارة عن حواجز
بركانية نشأة وتركب صخورها من المصهورات البركانية والصخور
القاعدية . ومن أمثلة هذه المجموعة حواجز المحيط الهادى . (شكل
٤٦ أ)

٢ - يرجع نشأة بعض الحواجز المحيطية إلى أثر حدوث حالات الشد
العظمى في صخور قاع المحيط الناجمة عن حركة التيارات الباطنية
الصاعدة Convection Current وعلى ذلك تنكسر طبقات
البريدوتيت Peridotite ويتخللها كتل هائلة من المصهورات اللافة
البازلتية المرفوعة . (شكل ٤٦ ب) . ومن أمثلة هذه المجموعة بعض
حواجز المحيط الأطلسي .

١- Hess, H. H. , (Drowned ancient islands of the Pacific Basins),
Amer. Jour. Sci, vol. 244, (1946), 772 - 791,

أوقد تعمل التيارات الصاعدة كذلك على تحويل مصفوف السربنتين
Serpentinization في القشرة الأرضية خاصة عندما ترتفع درجة حرارتها
إلى (٥٠٠م). كما تندفع المياه العظيمة السخونة من أسفل إلى أعلى
بعد أن تتسرب من أعلى ثنيات التيارات الباطنية الصاعدة . (شكل
٤٦ أ) .

أما الباحث منيارد Menard فقد أوضح عام ١٩٥٨ (١) أن اختلاف أشكال
[الحواجز المحيطية ربما يرجع إلى تنوعها من حيث الزمن أو الأزمنة الجيولوجية
التي تكونت خلالها . فالحواجز ذات الانحدار التدريجي مثلاً قد ترمز إلى
حواجز محيطية في مرحلة الشباب بينما تلك ذات الانحدار الشديد تدل على
أنها حواجز محيطية في مرحلة الطفولة :

ومن دراسة الخصائص المورفولوجية العامة لحاجز المحيط الأطلسي ذات
النتائج على أن نظرية التيارات الباطنية الصاعدة قد تكون أنسب النظريات جميعاً
في تفسير نشأة الحواجز المحيطية . وقد أجريت الأبحاث الجيولوجية والسيسمولوجية في
هذا الحاجز . وخاصة في الجزء الذي يقع فيما بين دائرتي عرض ١٧° - ٥٤°
شمالاً وأنضج أن عرض الحاجز في هذا الجزء يتراوح من ٨٠٠ إلى ١٤٠٠
كيلو متر . وتبدو جوانب الحاجز على شكل ثلاثة مدرجات كبرى رئيسية
[هذا وإن أعلى الحاجز أكثر تضرراً من الجزء الأوسط أو الجزء الأسفل
وقد يعزى ذلك إلى أثر فعل الشقوق والفوالق العظمى التي تشكل الجزء الأعلى
من الحاجز ويجدر أن نشير إلى نقطة أخرى ، وهي أن السطح العلوي لحاجز
المحيط الأطلسي لا يبدو مستوياً تماماً ، بل يتوسطه أخدود رأسي يبلغ متوسط
عمقه نحو ٣ كم ومتوسط عرضه ٣٥ كم . وقد دلت الدراسات الجيولوجية
كذلك على أن هذا الحاجز يتعرض لحدوث بعض الحركات التكتونية ، وقد
أستنتج هيزن Heezen عام ١٩٥٩ (٢) ، وهانسن Hanson عام ١٩٦٠

1- Menard, H. W., (Geology of the Pacific sea floor), *Experientia*
(1958), 205 - 218.

2- Heezen, B. C., (The Floor of the Ocean), *Geol. Soc. Amer* 1959

أن نشأة حاجز المحيط الأطلسي قد ترجع إلى بداية الزمن الجيولوجي الثالث .

يتضح من هذا العرض بأنه على الرغم من عظم إمتداد الظواهر التضاريسية الكبرى فوق قاع المحيطات العميقة وصورتها البارزة بالنسبة لما جاورها من ظواهر أخرى ، ومعرفة خصائصها المورفولوجية والجيولوجية العامة ، إلا أن نشأتها ما زالت صعبة التفسير وما زلنا في أشد الحاجة إلى جهود الباحثين للكشف عن خبايا قاع المحيط العميق وتفسير نشأة ظواهره التضاريسية الكبرى .

الفصل الخامس عشر

مورفولوجية القاع الضحل للبحار والمحيطات

يقصد بالقاع الضحل للبحار والمحيطات هي تلك المنطقة التي تقع فيما بين الخوانق المحيطية العميقة (بداية القاع العميق) وخط الساحل؛ ويبلغ متوسط عمق قاع البحار والمحيطات في هذه المنطقة نحو ٨٠٠ قامة إلا أنه قد يزيد عن ذلك في بعض المواقع حيث يبلغ نحو ١٥٠٠ قامة، وقد دلت الدراسات الأقيانوغرافية على تشكيل قاع البحر في هذه المنطقة بثلاث مجموعات من الظواهر التضاريسية الكبرى تشمل:

١ - الرفرف القارى Continental Shelf

٢ - المنحدر القارى Continental Slope

٣ - المرتفع القارى Continental Rise

والحديث التالى يختص بدراسة مورفولوجية هذه الظواهر وتوزيعها الجغرافى فوق قاع البحار والمحيطات والعوامل التى أدت إلى نشأتها وتكوينها.

(أولاً) الرفرف القارى

Continental Shelf.

لاحظ الباحثون أن التركيب الجيولوجى للمنطقة الحدية أو الهامشية لقاع البحر، تنتمى إلى صخور القارات أكثر من إنتماؤها لقاع البحر نفسه. وقد

يعزى ذلك إلى تذبذب مستوى سطح البحر خلال العصور الجيولوجية المختلفة ولانغمار أجزاء كبيرة من الأرض تحت سطح البحر خلال فترات إرتفاع منسوبه . وعلى ذلك اعتبر الباحثون أن هذه المنطقة الهامشية الضحلة جزءاً من القارات وسميت باسم (الرفوف القارية Continental Shelf) . وقد أعتبر كل من بنكر Bencker (١) ١٩٤٢ وسفر درب H. U. Sverdrup et. al (٢) عام ١٩٦٢ وهولمز (A. Holmes) (٣) أن هذه المنطقة عبارة عن سهل محيطي يختلف إتساعه من موقع إلى آخر تبعاً لأختلاف نشأة السواحل التي يمتد أمامها ، ولا يزيد عمقه عن ١٠٠ قامة .

أما الأستاذ الجيولوجي شبرد Shepard (٤) فقد رجح عام (١٩٦٣) أن متوسط عرض الرفارف القارية (البعد من خط الساحل حتى إلتقاءها بالمنحدر القاري) يبلغ نحو ٤٢ ميلاً ، وأن متوسط درجة إلتحدارها نحو ٧° (١٠ قدم/ميل) . أما عن أعماقها فيختلف من رفرف إلى آخر ، إلا أن المتوسط العام لهذا العمق يتراوح بين ٦٠ - ٨٠ قامة (١١٠ - ١٤٦ متر) . وتختلف طبيعة المواد التي ترسب فوق الرفارف القارية تبعاً لاختلاف نشأتها والظروف التي أدت إلى تشكيلها ، ونوع الرواسب المتجمعة فوقها وأختلاف مصدر هذه الرواسب .

ومن نتائج دراسات ديفان A. Defant, 196١ (٥) تبين أن متوسط عرض الرفارف القارية يتراوح من ٦ - ٢٤٠ كم وذلك تبعاً لطبيعة الإلتحدار الذي يختلف من رفرف إلى آخر وفقاً للعوامل التي أدت إلى تكوين الرفارف القارية . وأوضح أن عمق الرفارف القارية لا يزيد عادة عن ١٠٠ قامة (٦) .

- 1- Bencker, H., (Maritime geographical Terminology), The Hydrographic Review, vol. 19 (1942), 60 - 74
 - 2- Sverdrup, H. U. et al, (The Oceans...), N.Y., 196٢.
 - 3- Holmes, A., (Physical Geology), London, 1959.
 - 4- Shepard, F. P., (Submarine Geology), N. Y., 2 et edit. 1963.
 - 5- Defant, A., (Physical Oceanography), London, (1961).
- ٦ - القامة = ٢ ياردة = ٦ قدم = ١,٨ متر .

ومن دراسته للتوزيع الجغرافى للرفارف القارية فى البحار والمحيطات تبين أن جملة مساحتها ٢٧.٥ مليون كيلومتر مربع أى نحو ٥٪ من جملة مساحة سطح كوكب الأرض ونحو ٦,٧٪ من مساحة المسطحات المائية وحدها.

يتضح من هذا العرض أن الرفارف القارية عبارة عن المناطق الهامشية من سطح اليابس إلا أنها مغطاة بمياه البحار والمحيطات ، وتتميز هذه المناطق باستواء أسطحها ، وضخولة أعماقها (١٠٠ قامة) ، ويتجه انحدارها العام من خط الساحل صوب البحر العميق ، إلى أن تتصل أطرافها النهائية بأعلى المنحدر القارى Continental Slope . وقد تبدو منطقة الإتصال هذه ، واضحة مميزة (تبعاً لاختلاف درجة إنحدار سطح الرفارف القارية التدريجى البسيط ، ودرجة انحدار المنحدر القارى الشديد) . وعلى ذلك قد تظهر منطقة الإتصال على شكل إنحدارات محدبة Convex Slope أو إنحدارات شديدة التحدب Convex break of slope

وتمثل الرفارف القارية من الناحية الاقتصادية أهم أجزاء البحار والمحيطات بالنسبة للإستغلال البشرى . فقد أستغل سكان السواحل منذ بداية فجر التاريخ مناطق مياه الرفارف القارية قبل أن تجوب سفنهم عباب البحار . وتتميز هذه المناطق كذلك بغناها بالثروة السمكية وقد تحتوى الصخور التى تقع أسفل قاعها على خزانات هائلة للبتروىل كما هو الحال فى أرضية الرفارف القارية بالخليج العربى ، وخليج ماراكيبو . وقد أكدت الأبحاث الجيولوجية وجود خزانات بترولية عظيمة أسفل تكوينات الرفارف القارية على طول ساحل لويزيانا وتكساس والساحل الجنوبى لكاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية وقد أكد الباحث بيبر Pepper عام ١٩٥٨ وجود مثل هذه الخزانات البترولية بصخور الرفارف القارية أمام مصب نهر الأمزون ، وعلى طول ساحل شيلي . وقد رجح بيبر كذلك إمكانية استغلال خام الكبريت الذى يوجد فى بعض الأحيان على شكل قلسوات تغطى أعلى القباب الملحية فوق أرضية الرفارف القارية ويجرى الآن استغلال خام الكبريت قاعاً على طول الرفارف القارية لدلتا الميسيسى - ويدن خام الحديد كذلك

من بعض أجزاء من الرافار القارية لنيوفوند لاند وخام الفوسفات من أرضية الرفر القارى لساحل باجا Baja بكاليفورنيا . كما يستغل خام المونازيت وبعض المادن الثقيلة من أرضية الرافار القارية لبعض سواحل العالم . ولعظم أهمية منطقة الرافار القارية من الناحية الاقتصادية بل والسياسية ، عنت معظم الدول بالمحافظة على نصيبها من الرافار القارية التى تتبع أراضيها ، وفى عام ١٩٤٦ أصدرت الولايات المتحدة الأمريكية قانوناً تمتلك بواسطته الرافار القارية التابعة لأراضيها ، ونظمت لها مصلحة خاصة تشرف على حمايتها وتنظم طرق إستغلالها . وعلى ذلك يجدر بنا أن ندرس مورفولوجية الرافار القارية بشئ من التفصيل نسبياً حتى يتضح لنا مدى الإمكانيات الاقتصادية الممثلة فيها .

التوزيع الجغرافى للرافار القارية

تكاد تتمثل الرافار القارية أمام كل أجزاء سواحل قارات العالم المختلفة (شكل ٧٧) وعلى ذلك تنوع من حيث أشكالها وامتدادها ومظهرها العام من رفر إلى آخر . وقبل الحديث عن نشأة الرافار القارية يحسن أن نشير إلى الخصائص الجيولوجية العامة لبعض هذه الرافار .

(١) الرافار القارية فى بحر الشمال وبحر الباطيق

يعتبر بحر الشمال حوضاً ضخماً بحيث تمثل معظم أجزائه رفاً قارية . وتتميز الرافار القارية حول الجزر البريطانية بصحولتها ، ويبلغ متوسط عرضها نحو ٣٠٠ ميل (من خط الساحل إلى أعلى المنحدر القارى) ، ويحد الحافات الهامشية للرفر القارى هنا خط عمق ١٠٠ قامة . وتتألف صحور الرافار القارية للسواحل الجنوبية بالجنتر من صحور صلبة قاعدية ، يترسب فوقها كميات هائلة من الرواسب القارية التى جلبتها الأنهار وأرسبتها على شكل طبقات متعاقبة فوق بعضها . وتبعاً للثقل الواقع فوق هذه الرواسب ، تميزت

بشدة تماسكها ، وإنضغاطها . وقد درسن روبنسون (Robinson, 1952) (١) مورفولوجية الرفارف القارية على طول السواحل الجنوبية للجزر البريطانية ، وأوضح أنها مقطعة بواسطة العديد من الأودية العميقة (يتراوح عمقها من ١٥ - ٢٠ قامة) ويعتمد معظمها من الشمال الشرقى إلى الجنوب الغربى . وقد استنتج روبنسون من دراسته للشكل العام لهذه الظاهرة بأنها تشبه إلى حد كبير ظاهرة الخلجان البحرية المعروفة باسم « رياس Rias » والتي تشكل الساحل الجنوى الغربى لأيرلندا . وقد أكد روبنسون كذلك أن هذا الجزء من الرفارف القارية قد تمز بدورة تحاتية عظمى عملت على تشكيل مظهره العام . ففي بداية تكوينه تعرض لعملية الرفع الأوروكية فى أواخر الزمن الجيولوجى الأول ، ثم تشكل بعد ذلك بواسطة عوامل التعرية المختلفة خاصة فى الزمنين الثانى والثالث .

وتتشكل الرفارف القارية على طول السواحل الغربية لكل من أيرلند وأسكتلند بظواهر جيومورفولوجية ناتجة عن فعل التعرية الجليدية ، وتتمثل خاصة فى الخلجان العميقة والأودية الجليدية الغاطسة (المنجرة) والمعروفة باسم Clefts or troughs

ويتميز بحر الشمال The North Sea من ناحية أخرى بعظم ضحولته وأن تلك المسطحات المائية التى يزيد عمقها عن ٥٠ قامة تعد محدودة جداً . ولكن هناك بعض الحفر الصغيرة العظيمة العمق deep holes تتناثر فوق أرضية المحيط . وقد دلت نتائج الدراسات الأقيانوغرافية المختلفة على أن هناك اختلافاً واضحاً بين النصفين الشمالى والجنوبى لهذا البحر . فيعد النصف الشمالى قليل العمق ، ويمكن إعتباره رفرفاً قارباً ، أما النصف الجنوبى فهو أقل عمقاً بكثير من النصف الشمالى ولذا قد يعتبره بعض الكتاب إمتداداً فعلياً للقارات غمرته المياه .

1- Robinson, A. H. W., (The Floor of The British Seas), Scot. Geog. Mag. vol. 68 (1952), 64 - 79.

ويحد الجزء الشهلى من هذا البحر الضحل دائرة عرض حوض فورتيز Forties جنوب اسكتلند ، ويتراوح عمق البحر هنا من ٤٠ - ٥٠ قامة . وعلى الرغم من ضحلة بحر الشمال فى هذا الجزء إلا أن حوافه تتميز بتقطعها ببعض الخنادق العميقة ، ومنها الأخدود الترويجى Norwegian Trench الذى يمتد مجاوراً للسواحل الجنوبية للترويج ويبلغ طوله ٥٥٠ ميل ومتوسط عمقه ٤٢٣ قامة ، وقد أوضح الأستاذ هولشتد Holtedehl أن الخناق الترويجى نتج بفعل حركات تكتونية ميوسينية كان لها بعض الأثر فى تشكيل شبه جزيرة اسكتلند بناوه نفسها كذلك .

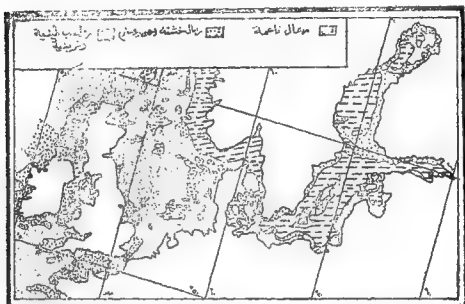
أما النصف الجنوبى من بحر الشمال فهو ضحل قليل العمق جداً ولايزيد عمق معظم أجزائه عن ٢٠ قامة . وقد أكدت الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية أن هذا الجزء من بحر الشمال كان معبراً أرضياً حتى أوائل عصر البلايوسين ، ثم عمل ذوبان الجليد واختلاف منسوب سطح البحر على تشكيل مظهر الجيومورفولوجى العام . وأوضحت كينج C. M. A. King (١) بأن الأودية البحرية التى تشكل قاع هذا البحر تأثرت بنفس المراحل الجليدية التى مر بها كل من وادى التيمز Thames ووادى الرين Rhine خلال أوائل عصر البلايوسين . وقد ذكرت كذلك بأن أرض هذا البحر كانت معبراً أرضياً حتى عام ٨٠٠٠ ق . م .

ومن نتائج دراسات الأستاذ براتج Pratje عام ١٩٤٩ (٢) تبين أن معظم أجزاء قاع بحر الشمال مغطاة بالرمال والحصى ، ونادراً ما تتجمع فوقها كميات إرسابية كبيرة من الصلصال أو الطين (شكل ٤٧) أما الرواسب البحرية أمام الساحل الهولندى فقد درسها كل من شترتين وكينج عام ١٩٥٧ . Straaten and Kuinen ، وتبين أن مبصرها يعزى إلى الرواسب القارية التى تصبها أنهار الساحل الشرقى لإنجلترا (التيمز والهمبر ..) ، ثم تدفعها التيارات المائية شرقاً إلى أن تتجمع أمام سواحل هولند ، هذا إلى جانب

1- King, C. A. M., (Oceanography for geographers), London 1962

2- Pratje, ., (Die Bodenbedeckung der nordemopaischen Meere.)
Handbuch der Seefischerei Norduropas, v. 1, p. t. (1949), 3 - 23

الرواسب القارية التي يصبها نهر الراين ، أمام الساحل كذلك . وقد اوضح كينين أن الرواسب تصبح أقل خشونة أمام رؤوس الحاجبان البحرية .



(٤٧ شكل) أنواع الرواسب فوق أرضية البحر البلطي وبحر الشمال .

ويتميز بحر البلطيق ، بفضولته كذلك ، ويتشكل قاعه بمجموعات من الحفر الدائرية الصغيرة التي يبلغ متوسط عمق كل منها نحو ١٠ قامة ، وينتشر فوق أرضيته بعض التلال الإرسابية والأودية العميقة . وقد تبين من الدراسات التي قام بها كل من جرينبيرج Gripenberg عام ١٩٣٤ (١) وجروبا Groba عام ١٩٥٣ وسجسترال Egerstrål عام ١٩٥٧ ، بأن هناك تناسقاً واضحاً في عملية الإرساب نفسها فوق قاع هذا المحيط ، حيث تظهر الرواسب الحصوية والرملية بالقرب من خط الساحل ثم يقل حجم الرواسب بالتدريج وتصبح أقل خشونة كلما اتجهنا صوب قاع البحر العميق (شكل ٤٧) .

ومن نتائج الدراسات الباليونتولوجية التي قام بها جرينبيرج كذلك تبين

1- Gripenberg, S., ('Sediments of the North Baltic...) Havforskninstitutes, Skrift, no ٤6, Helsingfors, Fennia 60, no 3. 1934.

أن زمن نشأة الرواسب الصلصالية فوق قاع بحر البليطة، يرجع إلى بداية فترة البلايوسين والعصر الحديث :

(٢) الرفارف القارية لأمريكا الشمالية

على اعتبار أن عمق الرفارف القارية يبلغ نحو ١٠٠ قامة ، فإن هذه الرفارف تمتد حول قارة أمريكا الشمالية وتشغل مساحة واسعة تبلغ نسبتها إلى جملة مساحة القارة الحالية نحو ٢٧,٨٪ ويمكن أن نلخص الخصائص المورفولوجية العامة لهذه الرفارف في النقاط التالية : —

١ — عظم اتساع الرفارف القارية الشمالية التي تطل على المحيط القطبي الشمالي ، وإن دل هذا على شيء فإنما يدل على أن يابس هذه القارة كان أعظم اتساعاً في الشمال مما هو عليه اليوم . ثم تعرض لعمليات التمرحيط غطت مياه البحار أجزاء واسعة من اليابس تتمثل في الرفارف القارية الحالية . وتتمثل هذه الحالة في قاع خليج هدسن ، ومضيق بهرنج والمسطحات المائية التي تحيط بمجموعة الجزر الواقعة إلى الشمال من خليج هدسن في المحيط المتجمد الشمالي . وتتميز أرضية الرفارف القارية في كل هذه المناطق بتشكيلها بفعل الرواسب الجليدية البلايوسينية ؛

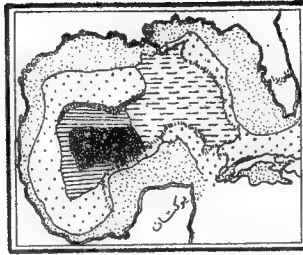
- ب — يضيق الرفرف القاري أمام الساحل الصدعي للبرادور ، حيث تقترب حواف الهضبة الصاعدة بجوار الساحل ولا يزيد اتساع الرفرف القاري هنا عن ٨٠ ميل ويتميز بشدة إنحداره نسبياً . وقد تقطع هذا الرفرف بواسطة البالوعات والإحواض العميقة (بأرواح عمقها من ١٠٠ — ٣٠٠ قامة) ؛
- ج — تتسع الرفارف القارية على طول السواحل الشمالية الشرقية لأمريكا

الشمالية في منطقة الجراندي بانك الهابطة ويبلغ متوسط عرضها هنا نحو ٢٠٠ ميل ، ولا يزيد عمقها عن ٢٥ قامة . ويقطع منطقة الجراندي بانك بعض الأودية العميقة ومنها ذلك المعروف باسم Cabot Straits Trough الذي يمتد فيما بين جنوب جزيرة نيوفاوندلاند وخائق سانت لورنس المحيطي St. Lawrence Trough

أما حول شبه جزيرة نوفا سكوتشيا فيتميز الرفرف القاري هنا بضعحوته (على الرغم من تقطعه ببعض الحفر البحرية العميقة) ، وقد أرتفعت بعض أجزاء من قاعه السهلي الضحل فوق سطح الماء ، وأصبحت على شكل جزيرة تعرف باسم جزيرة سابيل Sable Island . وعلى الرغم من أن مضيق كابوت Cabot Strait عمل على فصل الجراندي بانك عن رفرف نوفا سكوتشيا إلا أن كلا منهما يعد مكملًا للآخر لتشابههما من حيث الظروف الجيولوجية وطبيعة الرواسب المتجمعة فوقهما . وقد درس الأستاذ شيردرواسب الرفرف القاري في منطقة جورج بانك Georges Bank ، وثبت أن هذه الرواسب تتألف أساساً من الرمال ومختلط معها نسبة محدودة من الحصى والحصىاء ، كما أوضحت دراسته كذلك إنتشار روابس الطفل الجليدي فوق أجزاء من أرضية هذا الرفرف القاري .

٤ - تضيق الرفارف القارية أمام بقية الساحل الشرقي للقارة ، حيث يبلغ متوسط عرضها (إلى الجنوب من ساحل كارولينا الشمالية) نحو ٧٠ ميلا ، ويحد أطرافها الهامشية خط عمق ٦٠ قامة . وبضيق الرفرف القاري كلها اتجه جنوباً إلى أن يتلاشى أمام سواجل بالم بيتش Palm Beach في شرق شبه جزيرة فلوريدا . (شكل ٤٨)

وقد تقطع الرفرف القاري أمام خليج شيسبيك ببعض الأحواض البحرية والتلال المتوسطة الارتفاع : وتتألف الفرشات الإرسائية هنا والتي تشكل لأرضية الرفرف القاري من الرمال والحصى ، وتقل الرواسب خشونة كلما



(شكل ٤٨) مورفولوجية قاع خليج المكسيك

بعدنا عن خط الساحل : وإلى الجنوب من هذه المنطقة السابقة يتأثر الرفوف القاري بفعل تيار الخليج الدفئ حيث عمل الأخير على تشكيل عملية تراكم الرواسب وتنسيق توزيعها فوق أرضية الرفوف القاري : وإلى الجنوب من مياه يمتد حاجز مرجاني ضيق يقع إلى الشرق من فلوريدا كاي Florida keys كما ساعد تيار الخليج على نموبعض الحواجز المرجانية الصغيرة في هذا الموقع الأخير ؟

٥ - يضيق الرفوف القاري في غرب القارة ، ولا يتجاوز إسطاهه هنا أكثر من ١٠ ميل ، وذلك تبعاً لأقتراب السلاسل الجبلية العالية بمحاور خط الساحل من جهة ، ولأمتداد الخنادق الطولية المحيطية العميقة بمحاور خط الساحل من جهة أخرى ؟

٦ - وتبعاً لإمتداد انحرافات البترولية العظمى أسفل صخور قاع الرفوف القاري للساحل الجنوبي لأمريكا الشمالية المطل على خليج المكسيك ،

فإن الدراسات الجيولوجية والجيوديسية والبيسمولوجية التي أجريت لهذا الرفوف تعد أكثر تفصيلاً من تلك التي أجريت لأى رفوف قارى آخر وقامت بدراسه عدة هيئات علمية مختلفة أهمها ، معامل الأبحاث العلمية لشركة تكساس ولوزيانا للبترول والمعهد الأمريكى للدراسات البترولية ، ومصلحة المساحة الجيولوجية والأمريكية ، ودراسات الأستاذ شيرد F. Shepard (١) ، وقد رسم خليج المكسيك خرائط مورفولوجية تفصيلية توضح تنوع الظواهر التضاريسية التى تشكل قاعه (شكل ٤٨) .

وقد عملت دلنا الميسى الهابطة على تقطيع أرضية الرفوف القارى من جهة ، وتشكيله بالتلال والأحواض الطولية والحافات الضخورية من جهة أخرى وتنوع الرواسب فوق الخليج من جزء إلى آخر ، فعلى طول سواحل تكساس وأمام دلنا الميسى تنتشر الرواسب الغرينية ، أما أمام ساحل جلافتون Glaveston فيختلط بالرواسب الرملية الصلصالية كميات كبيرة من الأصداف البحرية التى تشكل طبيعة التركيب العام للرواسب .

(٣) الرفارف القارية للساحل الشرقى الآسيوى

درس علماء الاتحاد السوفيتى أقيانوغرافية بحر أوخستك Okhotsk دراسة تفصيلية . وقد أكد بزركوف Bezrukov عام ١٩٦٠ (٢) ، أن القسم الشمالى من هذا البحر قد تعرض لفعل الجليد البلايستوسينى ، بينما تشكل قاع القسمين الأوسط والجنوبى منه بالرواسب القارية النهرية . ومن دراسة خطوط الأعماق المتساوية لبحر أوخستك تبين أن الثلث الشمالى يعد أعمق أجزاء هذا البحر ، وتزيد درجة إنحدار قاعه تدريجياً فى الاتجاه الجنوبى الشرقى .

-
- 1- (a) Shepard, F. P., (Submarine geology,) N. Y., (1963).
 - (b) Shepard, F.P. (The earth beneath the Sea), Baltimore, (1959)
 - 2- Bezrukov, P. L., (Bottom Sediments of Okhotsk Sea) Repts, Inst. Oceanology, U. S. S. R. vol, 32 (1960), 1٢-95,

ومن المناطق العميقة في هذا البحر كذلك ، المسطحات المائية التي تمتد
 بجوار الحاجز البحرى الذى يقع فوق قوس جزر كوريل البركانى ، أما مياه
 خليج سخالين Sakhalin ومياه خليج تارتارى Tartary (الذى ينحصر بين
 الساحل الآسيوى الذى تشرف عليه جبال سخوتالين من الغرب ، والساحل
 الغربى لجزيرة سخالين ، من الشرق) ، فتمتيز بكونها ضحلة نسبياً ، إذ أما
 قورنت بمياه بحر اليابان . ويقل عمق المياه أمام مصب نهر أمور Amur ،
 عن ٢٠ قامة ، حيث عملت الرواسب النهرية القارية في هذا الموقع الأخير على
 تسوية تضاريس السطح ، وذلك بملاً المقعرات وتغطية المحدثات .
 وأوضح بزر كوف أن خليج تارتارى ما هو إلا رفراً قارباً شكلته الرواسب
 الفيضية لنهر أمور : ويبلغ عرض الرفرف القارى أمام ساحل فلاديفستك
 Vladivostok نحو ٣٠ ميلاً ، وتغطي أرضيته بفرشات متناثرة من
 الرمال والصلصال والصخور المفتتة . وفيما بين ساحل فلاديفستك شمالاً ،
 ومضيق توسوشيما Tsushima جنوباً ، يمتد رفرف قارى يضيق كلما
 اتجهنا صوب الجنوب ، وتنتشر فوق أرضيته فرشات إرسابية من الرمال .
 أما عن الرواسب التى تمثل فوق أرضية الرفرف القارى لبحر اليابان ،
 فقد درست في كتابات الأستاذ شيردرد F. Shepard عام ١٩٤٩ (١) ، بالإضافة
 إلى المجهودات التى بذلها الجيولوجيون اليابانيون ، وأنشأهم الخرائط التفصيلية
 التى توضح التوزيع الجغرافى للرواسب فوق أرضية بحر اليابان . ويتألف
 التركيب العام للرواسب هنا من الرمال المختلطة بالطين ، وتزداد نسبة الطين
 بزيادة عمق المياه الخليجية والمياه البحرية التى تفصل بين جزر اليابان ، كما هو
 الحال فوق أرضية مضيق توسجارو Tsugaru الذى يفصل بين جزيرة
 هوكيدو ، وجزيرة هانشو . إلا أن الحفر العميقة قد تشكل بعض أجزاء من
 أرضية الرفارف القارية حيث يمتلئ فوق قاع مضيق بونجو Bungo (الذى
 يفصل بين جزيرتى كيوشو Kyushu ، وشيكوكو Shikoku) حفر عميقة

1- Shepard, F. P., (Distribution of sediments on East Asiatic Continental Shelf). Allan Hancock Foundation Publ. No 9, (1949),
 1 - 65.

يبلغ متوسط عمقها نحو ٢١٥ قامة . وقد أكد شيرد (١٩٦٣) (١) بأن هذه الحفر الأخيرة تعزى نشأتها إلى أثر فعل تيارات المد القوية . وإذا كان هذا الرأي صحيحاً ، فده حفر مضمّن بؤنه أعمن حفر بقاع المحط تكونت بفعل تيارات المد :

وعلى طول ساحل الصين الشعبية ، تمثل اعلى مسطى الرفوف الجارية إتساعاً فوق سطح الكرة الأرضية . وقد ساهمت الأقواس الجزرية التى تقع أمام الرفوف القارى على حماية صخورها من فعل التيارات البحرية ، كما تقلل من سرعة الأمواج عند دخولها بحر الصين ، والبحر الأصفر . وفى نفس الوقت عملت كميات الرواسب العظمى التى تلقىها أنهار يانجتس كيانج Yangtze Kiang وهوانج هو Hwang Ho ، وسى كيانج Si Kiang على سرعة بناء الرفوف القارى وتشكيله دائماً برواسب جديدة خلال فترات الفيضانات . وتختلف طبيعة التوزيع الجغرافى للرواسب فوق أرضية الرفوف القارى الصينى إذا ما قورن بتوزيع الرواسب على معظم الرفوف القارية الأخرى



(شكل ٤٩) قنوع الرواسب فوق الرفوف القارى البحر الأصفر

فقد تبين أن حجم الرواسب الشاطئية هنا يقل كلما اتجهنا صوب البحر ، بل كثيراً ما تغطى الرفوف القارية المجاورة للساحل مباشرة بفرشات إرسابية عظيمة السمك ، تتألف غالباً من الطين والغرين النهري . ويمكن القول أن أكثر من ٧٠٪ من أرضية البحر الأصفر ، ونحو ٩٠٪ من قاع المسطحات المائية التى تمتد إلى الشمال منه (مثلة فى خليج كوريا ، وخليج ليتوانج) تغطى بالطين والغرين (شكل ٤٩ ، وشكل ٥٠) . وإن دلت هذه

1- Shepard, F. P., (Submarine geology), N. Y., (1963).

الرواسب الطينية على شئ فإنما تدل على أنها أرسبت حديثاً ، ولم يمض الوقت الكافي لكي تنقل إلى داخل المحيط . أو أنه تبعاً لعظم كثافة القرشات الطينية ترسبت المواد الطينية بسرعة فوق قاع البحر ، ونظراً لضعف التيارات والأمواج فلم تستطع الأخيرة أن تنقلها إلى الأعماق البعيدة .



(شكل ٥٠) تنوع الرواسب فوق أرضية الرفوف القارية للساحل الشرقى للصين

وتنتشر الرواسب الطينية كذلك أمام مصب نهر « سى كيانج » ونهر ريد Red ، وفوق أرضية المسطحات المائية حول جزيرة هينان Hainan : بينما تنتشر الرواسب الرملية على طول الرفوف القارية الصينية فيما بين شنغهاي شمالاً . وسواتو Swatow جنوباً . ويلاحظ أن هذه الرواسب الرملية الأخيرة تنفصل عن خط الساحل بشريط ضيق من الرواسب الطينية . وقد ساهم تيار كورسيكو الدفئ على تكوين المستعمرات المرجانية في بحر الصين الجنوبي ، خاصة حول جزر بارسال Paracel وجزر براتاس Pratas (شكل ٥٠) .

٤ - أمثلة لبعض أجزاء من الرفارف القارية لسواحل

البحر الأبيض المتوسط^١

بذل العلماء الألمان مجهودات كبيرة لتحدد الخصائص العامة للجيومورفولوجية 'الرفارف القارية في حوض البحر الأبيض المتوسط وقد عملت شركات البترول الفرنسية حتى عام ١٩٥٢ على مسح الرفرف القارى لساحل الجزائر وساحل مراكش ، وإيضاح الخصائص الجيومورفولوجية المميزة لهما ، والتركيب الصخري لصخورهما . ويتألف الرفرف القارى لساحل مراكش من رفرف صخري ضيق ، بينما يعد الرفرف القارى لساحل الجزائر أكثر اتساعاً نسبياً ، وتغطيه فرشاة إرسابية سميكة من الصلصال أما الساحل أمام وهران فيتألف قاعه من رفرف قارى مغطى بالرواسب الرملية الخشنة .

وتتغطى أرضية خليج تونس بفرشات واسعة الامتداد من الصلصال والطين والرمال . وقد أوضحت بعثة كاليبسو Calypso الأقيانوغرافية عام ١٩٥٤ أن أرضية مضيق صقلية الضحل الذى لا يزيد عمقه عن ٢٠٠ قامة مغطاة بالرمال البحرية المختلط بها كميات كبيرة من الأصداف البحرية والبرايزوا والفورامينيفرا :

أما الرفرف القارى الذى يمتد من بنغازى غرباً إلى الأسكندرية شرقاً ، فيتألف من رفرف قارى صخري ضيق ، يتراوح عرضه من ٢ - ١٠ ميلا وتغطيه بعض المفتتات الصخرية التى تتركب من الصخور المحلية المجاورة لخط الساحل والتى تعمل الأمواج على تفقيتها . ويتسع الرفرف القارى أمام قاعدة الدلتا، وهنا يبلغ عرضه أكثر من ٣٠ ميلا ، وتتغطى أرضية الرفرف القارى بالرواسب الغرينية والطينية ، ويقل اتساع الرفرف القارى كلما إتجهنا شرقاً حتى ساحل قطاع غزة :

وقد درس روسنان Rosenan عام ١٩٣٧ ، وإيمرى Emery عام ١٩٦٠ ، مورفولوجية

الرفرف القارى أمام ساحل فلسطين المحتلة : وتتميز مقدمة الساحل هنا بانحدارها الواضح ، ويبلغ عمقها نحو ١٠ قامة . ويبدو الرفرف القارى على طول ساحل فلسطين المحتلة على شكل مدرجات سلمية مغطاة بالرواسب الغرينية والطينية . وقد أكد روسنان أن هذه الرواسب الأخيرة ، قد حملتها التيارات البحرية السفلية من أمام دلتا النيل وأرسيبها على طول ساحل فلسطين المحتلة . وتختلف عمق مقدمة الرفرف القارى من جزء إلى آخر على طول الساحل الفلسطينى ، ويمكن القول بأن مقدمة الرفرف القارى على طول الساحل الشمالى لفلسطين يراوح عمقها من ٤٠ - ٦٥ قامة .

ويتميز الرفرف القارى أمام الساحل اللبناى بكونه ضيقاً وصحراً فى معظم المواقع : ومع ذلك فتغطيه بعض القرشات الارسابية الطينية ، والتي يعزى مصدرها إلى الرواسب الغرينية التى نقلتها التيارات السفلية من أمام دلتا النيل من جهة وإلى كيات الرواسب الغرينية الرملية التى تصبها أنهار الليطانى ، والكلب ، والبارد، والدامور وأبراهيم وأبو دة ، والحوز خلال موسم فيضانها من جهة أخرى : ١١

وتعتبر الرفارف القارية للساحل الشمالى للبحر الأبيض المتوسط ضيقة عامة ، فيما عدا الرفرف القارى الأذربائى ، حيث يبلغ اتساعه نحو ٣٠٠ ميل وتنتهى مقدمته عند خط عمق ١٠٠ قامة ، وتتألف صحخور الرفرف القارى هنا من صحخور صلبة تعرضت لعمليات التصدع فى بعض الأجزاء ، ويعظم اتساعها أمام مصب نهر البو . ولاحظ بوركارث 1954 Bourcart (١) أربعة نطاقات مختلفة من الرواسب تشكل أرضية الرفرف القارى لساحل الريفير الايطالى وتشمل هذه النطاقات من خط الساحل إلى الأعماق البعيدة ما يلى : -

1- (a) Bourcart, J., (Le Fond des Océans), Presses Université de France, Paris (1954).

(b) Bourcart, J., (Les vases de la Méditerranée et leur mécanique de dépôt,) Deep-Sea Research, vol, 1 (1954); 126-130

١ - رواسب قارية تتألف من الرمال والحصى ، تقع فيما بين خط الساحل وخط عمق ٥ قامة .

ب - غطاءات بسيدونيا (*Fosaidonia beds*) التي تتألف من بعض النباتات والأعشاب البحرية) وتقع فيما بين عمق ٤ - ٢٥ قامة ، وتقل فيها نسبة الرواسب القارية .

ج - رواسب رملية تكثر فيها الأصداف ، وتمتد فيما بين خطي عمق ١٥ ، ٣٠ قامة .

د - رواسب غرينية تغطي معظم أرضية الـ فرف القاري أسفل خط عمق ٣٠ قامة .

تصنيف الرفارف القارية

رجح الباحثون عدة تصنيفات مختلفة لتمييز مجموعات الرفارف القارية في البحار والمحيطات : وكان أساس تقسيم بعض هذه التصنيفات العلاقة بين الرفارف القارية والقارات المجاورة لها ، كأن نقول مثلاً ، الرفارف القارية لأفريقية أو الرفارف القارية لأوروبا . بينما قسم بعض الجيولوجيين الرفارف القارية تبعاً لعلاقتها بمنسوب سطح البحر المجاور إلى مجموعتين رئيسيتين هما : -

١ - الرفارف القارية المرفوعة *Emergence shelves*

ب - الرفارف القارية المغمورة *Submergence shelves*

ولكن من دراسة التوزيع الجغرافي للرفارف القارية في العالم ، ولإيضاح أشكالها المتنوعة . واختلاف خصائصها المورفولوجية العامة ، تبين أن هذا التقسيم الأخير يعد تقسيماً غير جامع : وعلى ذلك رجح شبرد F. Shepard

(عام ١٩٦٣) (١) ، تقسيماً آخر لمجموعات الرفارف القارية تقوم أسسه
على ما يلي : —

١ — اختلاف نشأة الرفارف القارية :

ب — المميزات الجيومورفولوجية العامة التي تشكلها .
وعلى هذا الأساس ميز شبرد مجموعات الرفارف القارية الآتية : —

(١) الرفارف القارية الجليدية : *Glaciated shelves* .

تتميز أرضية الرفارف القارية التي تشكلت بفعل الجليد البلايوسيني
بأنها غير منتظمة الشكل ، حيث تنتشر فوقها ظاهرات متنوعة ، منها التلال
القبابية التي تتألف بدورها من رواسب الطفل الجليدي ، والأودية الجليدية
والفيودرات المغمورة أو الغاطسة . وتبين أن المتوسط العام لعمق الرفارف
القارية الجليدية يبلغ نحو ١٠٠٠ قامة .

ويعد رفر ف نيوفوند لاند Newfoundland من أحسن أمثلة الرفارف
القارية الجليدية : وتشكل أرضية هذا الرفرف بواسطة مجموعات من
الأحواض المغلقة *closed depressions* ، والتي تعرض معظمها لفعل تراكم
الرواسب البحرية والقارية . وقد ساهمت هذه الرواسب الأخيرة على ضحوالة
عمق هذه الرفارف . وترجع كينج C. M. A. King عام ١٩٦٢ (٢)
أن مثل هذه الأحواض الجليدية ترجع نشأتها إلى أثر فعل النحت الجليدي
بواسطة الجبال الجليدية الطافية *Ice bergs* . وقد عملت الأرسابات
الجليدية على تشكيل أرضية الرفارف القارية ، وقد نظمت التيارات
البحرية توزيع هذه الرواسب وتنسيق مظهرها العام .

وأهم ما يميز الرفارف القارية الجليدية هو طبيعة عملية إرساب المفتتات
الصخرية فوقها . فمن المعروف أن النظام الطبيعي لعملية إرساب المفتتات

1- Shepard, F. P., (Submarine geology) N. Y., (1963).

2- King, C. A. M., (Oceanography, for geographers) London, (1962).

في البحار تتركز في إرساب المواد الخشنة التي تتألف من الحصى والحبيبات الكبيرة الحجم بحوار خط الساحل ثم تقل حجم الرواسب خشونة كلما بعدنا عن خط الساحل . أما فوق قاع الرفارف الجليدية ، فيلاحظ أن المراد الدقيقة الحجم ترسب بالقرب من خط الشاطئ بينما تنجرف المواد الخشنة الحبيبات إلى جوف البحر بعيداً عن خط الساحل . وعلى ذلك يتميز الحد النهائي للرفارف القارية الجليدية (الذي يتصل بأعلى المنحدر القاري) بخط واضح يتألف من الجلاميد الصخرية الجليدية الكبيرة الحجم .

وتبعاً لتجمع الرواسب المائلة الحجم فوق أرضية الرفارف القارية الجليدية فيعظم اتساع الأخيرة (تبعاً لضعف نسبتها النسبية) ، ويعد الرفرف القاري لبحر بارنتس Barents Sea نحو ٧٥٠ ميل ، ويختلف عمقه من ١٠٠ - ٢٠٠ قامة

(٢) الرفارف القارية التي تشكلها الجليز الثلجية الرملية والرافة في العروض المعتدلة :

أوضح شبرد أن معظم الرفارف القارية التي لم تتشكل بالتعرية الجليدية يتميز قاعها بكونه مستوياً وأملس السطح ، وتبدو أنحداراتها على شكل أنحدارات متعرة - محدبة الشكل Convex-concave slopes . وتمثل منطقة الأنحدار المحدبة عند تلاقى نهاية الرفرف القاري بأعلى المنحدر القاري ، وقد أوضح كل من ريكس Rex, 1955 (١) وكارسولا Carsola, 1961 (٢) أن مثل هذه الرفارف القارية تنتشر خاصة في المسطحات المائية بالمعرض المعتدلة الباردة والتي لم تتأثر كثيراً بالتعرية الجليدية . وتشكل أرضية هذه المجموعة من الرفارف القارية ببعض التلال الطولية الرملية التي تمتد عادة موازية لاتجاه

-
- 1- Rex, R. W., (Microrelief produced by sea ice...) Jour. Arctic. Inst. vol. 8. (1955), 177 - 186.
 - 2- Carsola, A. J., (Bathymetry of the Beaufort Sea). in (Geology of the Arctic) Toronto, (1961) 678-689.

خط الساحل ويفصل بينها أحواض طولية تتخذ نفس إتجاه الحواجز الرملية المجاورة لها .

٣) رفوف قاذبة تشكلت بفعل التيارات البحرية الشديدة : Shelves associated with strong currents.

لاحظ شبرد أن هناك علاقة قوية بين مورفولوجية الرفوف القارية والتيارات البحرية القوية التي قد تكون مجاورة لها . فعندما يشهد فعل التيارات البحرية على طول منطقة من الرفوف القارية تصبح الأخيرة ضيقة ومحدودة الإتساع . فمن نتائج الدراسات الجيولوجية للرفوف القارية حول شبه جزيرة فلوريدا تبين أنه يتسع على طول الساحل الغربي لشبه الجزيرة (تبعاً لضعف التيارات البحرية) ، بينما يضيق الرفوف القارية على طول الساحل الشرقي لها تبعاً لتأثير تيار الخليج الدفنى . كما تبين أن الساحل الشرقي لشبه جزيرة يوكاتان Yucatan يتعرض لتيارات قوية تعمل على تآكل الرفوف القارية ، وأنكماش أبعادها ، بينما أصبح لشبه الجزيرة رفوف قارية متمسكة على طول ساحلها الغربي تبعاً لضعف أثر فعل التيارات البحرية في هذا الموقع الأخير

٤) الرفوف القارية عند مصبات الأنهار الكبرى : Large River Shelves

تتميز الرفوف القارية التي تنشأ عند مصبات الأنهار الكبرى بعظم مساحتها ، وضخامة أعماقها . وعلى الرغم من أن نشأة مثل هذه الرفوف تعزى إلى تجمع كميات الرواسب الهائلة التي تصبها الأنهار الكبرى في البحر المجاور ، إلا أنها لا تظهر كثيراً بجوار الدلتاوات النهرية العظمى . فقد أوضححت الدراسات المختلفة أن الرواسب الدلتاوية وتلك التي تتجمع أمام الدلتا في البحر المجاور تساهم في بناء الرفوف القارية ، ولكن في مرحلة متأخرة من التطور . ينجم عن عظم تجمع هذه الرواسب والثقيل الشديد الناتج عن تراكمها فوق بعضها أن تتعرض الطبقات الرسابية لعمليات الهبوط الأرضي التدريجي Subsidence وعلى ذلك يزداد عمق الرفوف القارية أمام الدلتاوات العظمى وتصبح جزء من قاع البحر العميق . وقد تبين كذلك أن الرفوف

الكبرى مثل دلتا الميسيسي ، والنيل ، والأمازون ، وإيرواوى فى هه ط
تدرىجى بطى .

وتتمثل أحسن أمثلة هذه المجموعة من الرفارف القارية بأرضية بحر الشمال
نفسه الذى بعد رفرقا قاريا ضحلا . تأثر بكميات الرواسب العظمى التى
نصبها الأنهار المختلفة . وكذلك الرفارف القارية على طول ساحل البحر الأصفر ،
Yellow Sea فى شمال شرق الصين الشعبية ، والرفارف القارية على طول
لساحل الغربى لمضيق بيرنج ، وحول سواحل خليج سيام Gulf of Siam
وتتميز هذه الرواسب جميعا بكونها ضحلة جدا و"أيمة الإنساع" .

(هـ) الرفارف القارية المرجانية : Coral Shelves

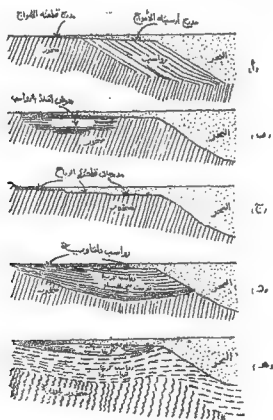
قد تدمر أمام بعض السواحل مستعمرات عظمى من المرجان خاصة فى المياه
المدارية الصافية ، العظيمة الملوحة ، بحيث تناسب الخصائص الطبيعية
والكيميائية للمياه استمرار نمو العائلات المرجانية أمام خط السواحل . وعلى
ذلك تتجمع الشعاب المرجانية وتتخذ ظواهر مختلفة مثل الجزر أو الحواجز
السدية والحواجز الحديدية . وتتميز أعماق الرفارف القارية المرجانية
بضحولتها ولا تزيد عادة عن ٢٠ مترا . أما عرض الرفرف القارى فقد يمتد
من خط الساحل صوب البحر لمسافة تبلغ نحو ١٠ أميال . وتظهر الرفارف
القارية المرجانية على طول بعض السواحل المدارية للمحيط الهادى ، وشمال
شرق استراليا (الحاجز الأسترالى العظيم) ، وبعض الجزر المرجانية فى المياه
المدارية بالمحيط الهادى ، وعلى طول بعض أجزاء من ساحل الـ " الأحمر فى
جمهورية مصر العربية .

نشأة الرفارف القارية

كان الاعتقاد السائد أن الرفارف القارية هى نتاج أى من فعل تعرية الأمواج ،
wave-cut أو إرسابها wave-build أو كليهما معا ، ولكن من دراسة التوزيع

الجغرافي للرفارف القارية حديثاً ، تبين أنها تختلف من منطقة لأخرى من عدة أوجه منها الشكل ، والامتداد أو الأبعاد ، والإحدار ، والنشأة ، والتطور الجيومورفولوجي . وعلى ذلك كان من الطبيعي أن لا ترجع نشأة جميع الرفارف القارية لعامل واحد من العوامل ، بل من الأرجح أن كل مجموعة نجمت تبعاً لظروف مختلفة وتشكلت كذلك بعوامل متنوعة . ويمكن أن نلخص أهم الآراء التي رجحت لتفسير نشأة الرفارف القارية على حواف قارات العالم المختلفة فيما يلي : -

١ - قد تنشأ الرفارف القارية بفعل وتعرية الأمواج والتيارات البحرية في الصخور اللينة للشاطئ المجاور . وعلى ذلك تراكم المفتتات الصخرية وقد تكون مدرجات بحرية ، وتنتجع الرواسب فوق بعضها لتكون أرضية الرفرف القاري : (شكل ٥١ - ١) :



(شكل ٥١) اختلاف نشأة الرفارف القارية

ومن أحسن أمثلة هذه المجموعة من الرفارف الأثرية تلك التي تتمثل أمام ساحل لاجولا La Jolla بكاليفورنيا .

٢ - قد يرجع نشأة بعض الرفارف القارية إلى تجمع الإرسابات القارية التي تقذفها الأمهار أوتنورها الرياح وتتراكم فوق بعضها في أحواض تملأ بالتدريج بهذه الرواسب : وتكون بحسب الزمن أرسفة تلتحم مع اليابس المجاور . (شكل ٥١ - ب ، د) .

وقد تمثل الرفارف القارية أجزاء غاطسة من الدلتاوات ، مثل دلتا الميسيسيبي الغاطسة .

٣ - اختلاف التركيب الصخري للحواض الممتدة للقارات ، بحيث تبدو الرفارف القارية على شكل مدرجات بحرية غاطسة مائتحة باليابس المجاور وقد تنشأ مثل هذه المدرجات عندما تتعرض الصخور المختلفة الصلابة لعوامل التعرية المختلفة . (شكل ٤١ - ج) .

٤ - قد تنجم بعض الرفارف القارية بعمل حدوث حركات التصدع على طول المناطق الساحلية ، بحيث تمثل مناطق الرفارف ، الأرضي التي رمية إلى أسفل الصدع .

وقد أثبت رنسون^(١) أن الرفرف القاري للخليج فندي Bay fo Fundy يعزى إلى أثر حدوث الصواع إلى جانب تشككة بالرواسب الجليدية . كما لاحظ كيث Keith عام ١٩٣٠ (٢) أن بعض أجزاء من الرفارف القارية للخليج منت لورنس ترجع إلى أثر حدوث الحركات الصدمية .

وعلى الرغم من تعرض كل السواحل النرويجية لعمل الجليد البلايوستوسني

1 -- Johnson, D. W., (New England-Acadian Shoreline), N. Y., (1925)

3- Keith, A., (The Grand Bank Earthquake), Seismol. Soc America. (1930)

إلأن هولشتنهل Holtedahl (١) عام ١٩٥٩ أوضح بأن بعض أجزاء من الرافار القارية لهذا الساحل نشأت أساساً بفعل الصدوع : كما أن نشأة بعض أجزاء من الرافار القارية لسواحل القارة القطبية الجنوبية (أنتارتيكة) أرجعها كل ليزيندوزيفاجو Lisitzinand zhivago عام ١٩٦٠ إلى أثر الحركات الصدمية .

٥ - قد تمثل بعض الرافار القارية النتائج الجيومورفولوجية التي نجمت عن عمليات الصراع المستمر بين اليابس والماء تبعاً لتذبذب مستوى سطح البحر خلال العصور الجيولوجية المختلفة .

٦ - قد يرجع تكوين بعض الرافار القارية كذلك إلى فعل تراكم الرواسب الجليدية خاصة تلك التي تراكت إبان فترة الجليد البلايوستوسيني وقد أكد بعض الباحثين بأن هناك علاقة كبيرة بين نشأة معظم الرافار القارية وتذبذب مستوى سطح البحر خلال عصر البلايوسين خاصة البحار التي تعرضت لفعل الجليد . وقد نجم عن انخفاض منسوب سطح البحر خلال الفترات الجليدية (كان منسوب سطح البحر منخفض بنحو ٩٠ قامة عن مستواه الحالي) تكوين رافار قارية عظيمة الأبعاد ، ويؤكد ذلك النتائج الآتية ٤ :-

١ - إن متوسط عمق الطرف الأمامي أو الخلفي للرافار القارية يبلغ نحو ٧٢ قامة : قد يمثل هذا الحد ، مستوى سطح البحر البلايوستوسيني على طول معظم السواحل التي تأثرت بالتعرية الجليدية .

٢ - دلت نتائج أعمال الحفر Bonisgs على أن عمق الأودية والأحواض التي تقطع أرضية الرافار القارية تتراوح من ٣٣ إلى ٥٠ قامة . قامة .

١- Holtedahl, H., (Sur la geologie et la morphologie des plateaux continentaux glaciaires) Centre, Natl. Recherche Sci., vol 88 (1959), 245 - 263

هذا أن منسوب سطح البحر كان منخفضاً بنحو ٥٠ قامة عن مستواه الحالي .

٣ - إنشار بعض المدرجات البحرية فوق أرضية الرافد القارية والتي لا يزيد عمقها عن ٨٠ قامة كما هو الحال على طول الساحل الغربي لأمريكا الشمالية. وقد تبين أن هذه المدرجات حديثة العمر الجيولوجي وأن دلت على شيء فإنما تدل على أنها نشأت أصلاً بفعل التعرية الهوائية خلال عصر البلايوسين ثم انحزرت بمياه البحر في نهاية هذا العصر .

٤ - دلت الدراسات الخاصة بالرافد القارية الجليدية على أن أرضية هذه الرافد لم تكن مغطاة بمياه البحر أبان بداية عصر البلايوسين بل كانت مغطاة بالركامات الجليدية العظيمة ثم انحزرت المياه في نهاية عصر البلايوسين . ومعنى هذا إن مستوى سطح البحر كان أكثر انخفاضاً عما هو عليه اليوم .

يتضح من هذا العرض أنه من الصعب تحديد عامل معين من العوامل (التعرية الهوائية - التعرية البحرية - الحركات التكتونية) كان له الأثر الأكبر في نشأة كل الرافد القارية وتشكيلها . ولكن يمكن أن نقول بأن هذه هذه الرافد قد تصدفت إلى مجموعات متنوعة بحيث تأثر كل منها بعامل أو عوامل متعددة سمعت في نشأتها وتشكيل مميزاتها المورفولوجية العامة .

(ثانياً) المنحدر القاري والمنحدر القاري

Continental Slope and Continental Rise

يمتد تحت أقدام الرافد القارية مناطق من قاع البحر أشد انحداراً من مناطق الرافد القارية وتتمتع بانحداراتها صوب الأعماق البعيدة من البحر وتعرف باسم المنحدر القاري . وقد اعتبر هولمز (١٩٤٤) Holmes (١) أن المنحدر القاري عبارة عن منطقة حديثة تربط بين كل من صدخو واليابس مثله في أرضية الرافد القاري من جهة ، وصخور قشرة المحيطات مجتمعة في

١- Holmes, (Physical Geology) London, 1944, 1958

أرضية قاع البحر العميق من جهة أخرى :

وقد أوضح Dietz عام ١٩٥٢ أن الطرف الأمامي للرفرف القارى يشغل خط عمق ٦٥ قامة ، ويلاحظ الباحث بهذه المنطقة تغيير مفاجئ في طبيعة الانحدار العام لقاع البحر ، حيث يظهر الفرق واضحاً بين إنحدار الرفرف القارى التدريجى البسيط ، والانحدار الشديد الذى يقع أسفله . ويعرف أعلى هذا الانحدار الأخير باسم المنحدر القارى وأقدامه باسم المرتفع القارى (١) وقد تظهر أقدام المنحدر القارى عند خط عمق ٢٠٠٠ قامة ، ويمثل هذا العمق الأطراف النهائية للصخور القارية .

ومن نتائج دراسات شبرد Shepard, 1959 (٢) فإن متوسط درجة انحدار سطح المنحدر القارى تبلغ نحو ٤° ، وتمتد أقدام الرفرف القارى إلى خط عمق ٦٠٠٠ قدم : ولا يتساوى إنحدار هذا المنحدر على طول أجزائه المختلفة ، كما أنه لا يمتد إمتداداً مستقيماً ، ذلك لأنه يتقطع بواسطة الأودية العميقة والأحواض البحرية . ويختلف المنحدر القارى كذلك وتنوع أشكاله من موقع إلى آخر تبعاً لاختلاف العوامل التى أدت إلى نشأته والتطور الجيومورفولوجى للساحل نفسه . فعلى طول السواحل الصاعدة مثل الساحل الشرقى لفلوريدا يلاحظ أن انحدار المنحدر القارى انحداراً شديداً إذ يزيد عن ١١° ، بينما على طول السواحل التى تصب فيها أنهار عظيمة ، قد يظهر لإنحدار المنحدر القارى بسيطاً (٦° - ٩°) .

ويطلق شبرد على الأجزاء السفلى من المنحدر القارى اسم «المرتفع القارى» The Continental Rise . وعلى ذلك يعد المرتفع القارى أو بمعنى آخر أقدام المنحدر القارى « حلقة الربط الحقيقية بين المنحدر القارى نفسه وبين المناطق العميقة من المحيط . وأوضح شبرد أن متوسط إنحدار المرتفع القارى تراوح من ١ : ١٠٠ ، ١ : ٨٠٠ . ويختلف إتساعه من موقع إلى آخر :

1- Dietz, R.S. (Geomorphic evolution of Continental Terrace), Bull. Ass. Amer. Petr. Geol., 36 (1953) p.1882-1819.

2- Shepard, F.P., (The Earth beneath the Sea), Baltimore, 1959

و تتمثل أحسن المناطق التي يطور فيها المرتفع القارى عند أقدام المنحدر القارى على طول سواحل مراكش والجزائر وداكار حيث يبلغ متوسط إتساع المرتفع القارى هنا نحو ٤٠٠ ميل ٥

٢ - وقد درس المنحدر القارى تحت أقدام الرفارف القارية لسواحل أمريكا الشمالية حديثاً دراسة تفصيلية، ويمكن أن نلخص أهم خصائصه المورفولوجية فى النقاط التالية : -

١ - يتميز المنحدر القارى أمام رفرف السواحل الشرقى لكندا بكونه متسعاً نسبياً حيث يبلغ متوسط أنحداره نحو ٥° . وتنتهى أطرافه الأمامية عند خط عمق ١٠٠٠ قامة .

٢ - يظهر المنحدر القارى فيما بين رفرف جورج بانك George Bank ورأس هنزاس ، على عمق ١٥٠٠ قامة . وتشكله هنا التلال الرملية والوديان البحرية العميقة .

٣ - إلى الجنوب من رأس هنزاس حتى فلوريدا جنوباً ، يتألف المنحدر القارى من عدة مدرجات أشهرها ذلك المدرج المعروف باسم « هضبة بليك » Blake Plateau ويتراوح عمقه من ٤٠٠ - ٦٠٠ قامة ومتوسط أنحداره نحو ٣° :

٤ - يتشكل أسطح المنحدر القارى تحت أقدام الرفارف القارية للساحل الجنوى لأمريكا الشمالية بظواهر جيومورفولوجية متنوعة . إلا أن أكثر الظواهر إنتشار فوقه هى ظاهرة الأحواض الطولية العميقة (متوسط قطرها ٣٠ ميلاً ، ومتوسط عمقها ١٥٠٠ قدم) .

وقد أوضح الباحثين أن هذه الأحواض ربما تمثل أودية نهرية قديمة عمرها البحر ثم أنسدت مداخلها بواسطة الرواسب : وكذلك تعرض بعض أجزاء من قاعها إلى فعل الإمتلاء بالرواسب النهرية والبحرية إلى أن ظهرت بالشكل الذى تبدو عليه اليوم . ولكن مما يعترض هذا التفسير هو أن الشكل

الذى تبدو به هذه الأحواض اليوم . لا يزال على أنها ترجع أصلاً إلى أودية
نهرية منفردة .

وتجماً لانتشار التلال القبابية بجوار هذه الأحواض على طول ساحل
لوزيانا وتكساس رجح بعض الباحثين أن نشأها قد ترجع إلى حدوث
لإنزلاقات أرضية قديمة Old land slides ولكن يعترض هذا التفسير عدة
نقاط تخص فيما يلي : —

— إن انحدار سطح المنحدر القارى هنا بسيط جداً بحيث من الصعب أن
تشأ عليه أنزلاقات أرضية ، إلا في حالة كون هذه الانزلاقات قديمة
العمر جداً ، وعمت الرواسب المختلفة الحديثة على تشكيل أرضة
المنحدر القارى والرفارف القارية

ب — إذا كانت هذه التلال وتلك الأحواض ترجع إلى عمليات الإنزلاق
الأرضية فلا بد إذن من وجود حافات صخرية خلفية ، تمثل تلك
التي تأثرت بعمليات الانزلاق ونجم عنها تدفق الكتل الصخرية نحو
الأنحدارات السفلى . ولكن من دراسة مورفوجية الرفارف القارى
تحتاج المكسيك لا يظهر وجود مثل هذه الحافات ، كما أن اليابس
المجاور والذي يتمثل في سهل المسيسيبي وسهول تكساس لا يظهر
عليه أى حافات صخرية يمكن اعتبارها الحافات الأصلية التي لازلت
منها التلال وتكونت بواسطتها هذه الأحواض العميقة ؛
نضح من هذا العرض النقاط الأساسية التالية :-

١ — بعد المحاور القارى حلقة الاتصال بين أهم مستويين على سطح القشرة
الأرضية أحدهما الأشرة الأرضية التي تقع فوق عمق ٢٠٠٠ قامة
والآخر كل المناطق التي تقع أسفل هذا الق . ويتميز بالحداره النسي
إذا ما قورن بالحدار سطح الرفارف القارية ، وضيق أبعاده كذلك
(من ١٠ — ٣٠ ميل) .

٢ - تقطع الأحاديث العميقة بعض المنحدرات القارية وقد ماهمت جوانب^٢ هذه الأحاديث في إيضاح التركيب الجيولوجي للمنحدرات القارية .

٣ - تعد أرضية المنحدرات القارية ، الموقع الذي يتجمع فوقه الرواسب القارية الدقيقة الحجم . وعلى ذلك استنتج كاري Curray عام ١٩٦٠^(١) أن ما يتراكم من الرواسب فوق أرضية المنحدرات القارية سنوياً أعظم حجماً من تلك الرواسب التي تتراكم فوق أرضية الرفارف القارية .

٤ - رجح الباحث فلجر Phleger عام ١٩٦٠ بأنه خلال عصر البلايوسين في القترات التي إنخفض فيها مستوى سطح البحر بنحو ٣٠٠ قدم عن مستواه الحالي كانت الأنهار تصب مباشرة فوق أرضية المنحدرات القارية الحالية . أى أن بعض المنحدرات القارية الحالية كانت عبارة عن زفارف قارية خلال القترات الجليدية البلايوسينية^(٢)

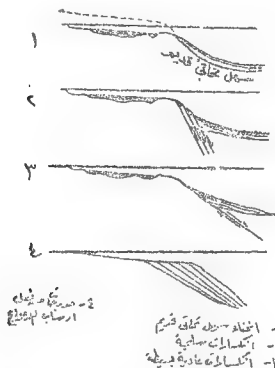
ولا تزال معلوماتنا عن مورفولوجية المنحدرات القارية محدودة ، وماز لنا في حاجة إلى المزيد من الأبحاث الجيولوجية البحرية والسيسمولوجية لدراسة توزيعها الجغرافي والكشف عن أسرار مثل هذه الظواهر الكبرى فوق قاع البحار والمحيطات :

نشأة المنحدرات القارية

كما هو الحال وبالنسبة للرفارف القارية فقد أجمع الباحثون على أن نشأة المنحدرات القارية متعددة ، وتختلف من منحدر إلى آخر . بل قد ذكر بعض الباحثين أكثر من عامل عند تفسير نشأة المنحدر القاري الواحد . وقد

١- Curray, J.P. (Sediments and history of Holocene transgression) , Okla (1960)

أكد كل من ديتز Dietz (١) و هيزن Heezen (٢) : وسفر در ب Sc erdiup, (٣) وشبرد Shepard (٤) . بأن المنحدرات القارية التي تتمثل تحت أقدام الرقارف القارية : نشأت تبعاً لأكثر من عامل واحد، فبعضها قد يعزى إلى أثر فعل الإرساب وبعضها الآخر قد يرجع إلى أثر اختلاف التركيب الصخري أو قد ينشأ بفعل الحركات التكتونية (حدوث الصدوع) (شكل ٥٢) . وعلى ذلك يحسن أن نناقش باختصار المنحدرات القارية المختلفة التي تأثرت بفعل كل من هذه العوامل .



(شكل ٥٢) بعض الأمثلة التي نشأ المنحدر القاري

- 1- Dietz, R.S., (Geomorphic evolution of Continental Terrace), Bull. Ass. Amer. Petr. Geol., 36 (1952), 1802-1819
- 2- Heezen, B. C., (The rift in the ocean floor) Sci. Amer. (1960) 98-114
- 3- Sverdrup, H. U., (The ocean) Prentice-Hall, (1962)
- 4- Shepard, F. P., (Submarine geology), N. Y., (1963)

(١) المنحدرات القارية التي نشأت بفعل إرساب الأمواج للمفتتات الصخرية:

تبين من نتائج الدراسات الأقيانوغرافية المختلفة أن بعض المنحدرات القارية تمثل مقدمات لمدرجات بنيت بواسطة إرساب الأمواج للمفتتات الصخرية. وقد بنى أصحاب هذا الرأي اعتقادهم على أساس كيات الرواسب العظمى المتجمعة فوق أرضية كمن من الرفوف القارية والمنحدر القاري . ويرجح أصحاب هذا الرأي كذلك أن كمية الرواسب التي تجمعت فوق أرضية المنحدرات القارية خلال عصر البلايوسين وبداية العصر الحديث كانت أعظم منها الآن تبعاً لإنخفاض منسوب سطح البحر عن مستواه الحالي، كما كانت الأنهار تصب مباشرة فوق أرضية المنحدرات القارية .

ويعترض كل من هيل 1957، Hill (١)؛ ودريك 1959، Drake (٢) على قدرة الأمواج في بناء مدرجات عظمى بهذا الشكل وبحيث تمتد تحت أقدام كل الرفارف القارية. ومن دراستهما لرفولوجية المنحدرات القارية وإيضاح شدة إنحدارها وتضرس سطحها، خاصة كلما بعدت عن الرفارف أوضحا أنه من الصعب الاعتقاد بأن نشأتها ترجع إلى عملية إرساب الأمواج للمفتتات الصخرية .

(٢) المنحدرات القارية التي تمثل الطبقات الامامية للدلتاوات الكبرى :

رجح بعض الباحثين أن هناك مجموعات من المنحدرات القارية تمثل الطبقات الامامية (Front Set) للدلتاوات الكبرى . ومن أمثلتها تلك التي تتمثل تحت أقدام الرفارف القارية أمام مصب نهر النيل ودلتا النيجر . ومن دراسة القطاعات التضاريسية التي توضح شكل الرفارف القارية والمنحدرات

-
- 1- Hill, M. N., (Recent geophysical exploration of the ocean floor) London, (1957), 129-163
 - 2- Drake, C. L., (Continental margins and geosyncline) in (Physics and Chemistry of the Earth,) London, (1959)

القارية أمام مصب هذين النهرين، تبين أن منطقة المنحدر القارى متصلة بأقدام الرافز القارية وتبدو منطقة الإتصال على شكل إنحدار محذب بسيط مما قد يؤكد هذا الرأى. ولكن من دراسة القطاعات التضاريسية للرافز والمنحدرات القارية أمام مصبات الأمزون والكنغو وإيراوادى والكانج تبين أنه من الصعب قبول هذا التفسير عند تحديد نشأة المنحدرات القارية .

(٣) المنحدرات القارية التى تمثل سطوحاً تيجانية قديمة انخفضت منسوبها عما كان عليه من قبل :

أثبتت الدراسات الجيومورفولوجية للمناطق الواقعة على طول الساحل الغربى لأوربا والساحل الشرقى الأمريكى أن بعض المنحدرات القارية قد تمثل بقايا سهول ميوسينية قارية تكونت بفعل التعرية الهوائية، ثم تعرضت هذه السهول إلى فعل عمليات الهبوط التدريجى وأصبحت على شكل منحدرات قارية عظمى (Downwarped remnants of Miocene Penepains). أما حركة هبوط السهول التيجانية نفسها فتعزى بدورها إلى امتلاء المقعرات المنثنية العظمى geosynclines (١) بفعل الرواسب .

(٤) المنحدرات القارية التى تنشأ بفعل الحركات الصدمية :

حيث تقع المنحدرات القارية فى منطقة الضعف الجيولوجى العظمى بين صخور القارات التى تتألف أساساً من « السيل » وصخور قاع المحيط التى تتركب من صخور « السيا » لذا تعرضت لحركات صدمية عظمى . ويؤكد هذه الحقيقة حدوث الزلازل والبراكين فى نطاق الضعف الجيولوجى بالمحيط الهادى (حلبة النار)، ولكن لم يسجل حدوث مثل هذه الحركات التكتونية فى مناطق المنحدرات القارية بالمحيطين الهندى والأطلسى .

ويعتمد أنصار الرأى القائل بأن نشأة المنحدرات القارية ترجع إلى فعل

(١) حسن أبو العيدين، « أصول الجيومورفولوجيا » دار المعارف - الإسكندرية - ١٩٦٦ .

الصدوع على ما يلي :-

(١) تنوع الحواقي المحيطية الطولية العظمى Deep Sea Trenches
بجوار أقدام المنحدرات القارية مباشرة.

(ب) حدوث الزلازل * بعض المنحدرات القارية، حتى تلك التي لا تقع
بجوارها خنادق محيطية. وذلك مثل الزلزال الذي حدث مم المنحدر

القارى للجراند بانك وبجوار الرفرف القارى. لنيوفوندا-لاند فى ١٩

نوفمبر ١٩٢٩ •

(ج) الإمتداد الطولى لمعظم المنحدرات القارية .

(د) - تمتد المنحدرات القارية عمودية على اتجاه ميل الطبقات أو بمعنى
آخر موازية لمضرب الطبقات Strike lines، أى فى مناطق الضعف
الجيوولوجية .

(هـ) دلت بعض العينات والرواسب الصخرية التى جمعت من جوانب
المنحدرات القارية على أنها تأثرت بفعل الإحتكاك الصخرى تبعاً
لحدوث صدوع عرضية .

وقد أكد مؤيدو هذا الرأى أن المنحدرات القارية قد تنشأ بفعل أى من
الصدوع السلمية أو الصدوع العادية البسيطة أو كليهما معاً : (شكل ٥٢).

المسألة التحاتية للمنحدرات القارية

تبعاً لتنوع أشكال المنحدرات القارية واختلاف خصائصها الجيومورفولوجية
العامة من منحدر إلى آخر، رجح Dietz عام ١٩٥٢ (١) بأن مجموعات
المنحدرات القارية لا ترجع نشأتها إلى مرحلة واحدة ويلزم تكوينها خلال

١- Dietz, R. S., (Geomorphic evolution of the Continental
Terrace) Bull. Amer. Asso. Petrol. Geol., 36 (1952).

مرحلة مختلفة. كما تعرض كل من المراحل متعاقبة من مراحل النمو والتطور الجيو مورفولوجي. وعلى ذلك رجح Dietz ، احتمال وجود دورة تحتية تمر بها مجموعات المنحدرات القارية المختلفة. وعلى سبيل المثال وصف Dietz المنحدرات القارية للسواحل الغربية لأمريكا الشمالية على أنها في مرحلة الشباب، بينما المنحدرات القارية على طول السواحل الشرقية لأمريكا الشمالية تعد في مرحلة النضج. أما سواحل الولايات المتحدة الأمريكية المطلة على خليج المكسيك، فقد أعتقد بأنها مرت بدورتين تحتيتين متعاقبتين، حيث جددت نشاطها من مرحلة النضج وأصبحت الآن تمر بدورة الشباب. ومن دراسته لمورفوجية المنحدرات القارية تحت أقدام الرفارف القارية للتمارة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) أوضح بأنها تعد الآن في مرحلة الشيخوخة. وقد تلخص Dietz تشكيل المنحدرات القارية خلال المراحل التحتية المختلفة فيما يلي :

١ - **مرحلة الطفولة** : تتجمع الرواسب عادة فوق أعلى المنحدر القاري، ثم تتجه تدريجياً إلى أسفل بفعل الزحف والإنزلاق وبمساعدة التيارات البحرية. وقد ينجم عن هذه العمليات تكوين أودية تحفر في أرضية المنحدر القاري، وقد تمثل هذه بداية تكوين الأخاديد البحرية

Submarine Canyons

٢ - **مرحلة الشباب** : يقل شدة الإنحدار، ويصبح بسيطاً عما كان من قبل تبعاً لتراكم الرواسب عند مقدمات المنحدر القاري. وقد تظهر الرواسب في هذا الموقع الأخير على شكل المراوح قيصية. كما قد تعمق بعض الأودية نفسها وتصبح على شكل حرف (V).

٣ - **مرحلة الشيخوخة** : يقل إنحدار المنحدر القاري كثيراً ويصبح في مرحلة شبه الثبات State of equilibrium. ويصبح الشكل العام للمنحدر القاري مستقيماً دون تمازج واضح تبعاً لطمس مظاهر المورفولوجية بفعل الرواسب.

الفصل الثالث عشر

بعض الظاهرات الثانوية فوق قاع البحار والمحيطات

هناك مجموعة أخرى من الظاهرات التضاريسية الثانوية تشكل قاع البحار والمحيطات تبعاً لظروف محلية متنوعة أدت إلى تكوينها وتتمثل أهم هذه الظاهرات فيما يلي : -

١ - الأخاديد المحيطية Submarine Canyons

ب- الجبال البحرية mounts-Sea and Guyots

ج- الجزر والحواجز المرجانية Atolls and Coral Reefs

(أولاً) الأخاديد المحيطية Submarine Canyons

منذ نحو نصف قرن مضى تقريباً، دلت نتائج الأبحاث المساحية التي أجريت باستخدام طريقة صدى الصوت في قاع المحيط الأطلسي، على أن وادي نهر هدسن Hudson في الولايات المتحدة الأمريكية ووادي نهر الكنغو في أفريقيا يمتدا في البحر المحاور فوق أرضية الرفارف والمنحدرات القارية لمسافات كبيرة . وقد مزقت هذه الأودية الرفارف القارية وشكلتها بمجار متوازية أو قد تكون شجرية عميقة، وتختلف في مظهرها المورفولوجي عن بقية أرضية قاع الرفارف القارية المستوية السطح .

وقد أجريت عدة أبحاث تفصيلية خاصة فوق قاع المحيط الأطلسي إلى



(شكل ٥٣) أخذود هيس والمحيطي
١٤ توضح خطوط الأعراق المتساوية

الشرق ساحل نيويورك بنحو ١٢٠

ميلا . وقد دلت هذه

الدراسات على تكرين أخذود

محيطي عميق يمتد فوق الرفارف

القارية في هذه المنطقة، وأطلق

عليه اسم أخذود هيس المحيطي

(شكل ٥٣) وقد تبين أن

طول هذا الأخدود يبلغ نحو

٥٠ ميلا ، وعرضه ٦ أميال،

بيما يبلغ متوسط عمقه نحو

٣٧٠٠ قدم تحت مستوى سطح البحر .

وقد اكتشف الباحثون في نفس هذه الفترة أخذوداً محيطياً عظيماً في

المحيط الأطلسي الشمالي تتألف أعاليه من رافدين، ويمتد الرائد الأيمن بجوار

الرفرف القاري للساحل الشرقي لجرينلند، بيما يمتد الرائد الأيسر بجوار

الرفرف القاري لساحلها الغربي، ويتميز تصريفه الأيسر بالمحيطي كما يكونه

شجرياً ويلتقي الرافدان إلى الشرق من جزيرة نيوفاوندلاند-Newfoundland

بنحو ٢٥٠ ميلا . ثم يمتد الأخدود من الشمال إلى الجنوب مسافة تبلغ نحو

٩٠٠ ميل ويتلاشى عند دائرة عرض ٣٨° شمالاً (أمام الرفرف القاري لساحل

نيويورك) . (شكل ٥٤) . ويبلغ عمق هذا الأخدود نحو ٥٠٠٠ متر تحت

مستوى سطح البحر .

وقد تكررت هذه الظاهرة أمام مصب نهر الكنتو . حيث تبين أن

أجزاء كبيرة، قد تكون جزء من وادية، تشكل أرضية الرفرف لقاري أمام

خط الساحل، ومن ثم أطلق عليه اسم أخذود الكنتو المحيطي . ويمتد هذا



(شكل ٥٤) الشكل الشجري لأخدود

المخطط الأطلنطي شمال وروافده

الأخدود من خط الساحل إلى صوب البحر اسافة يبلغ طولها نجر ١٥٠ ميلا وتتشاقى نهايته التى تبدو على شكل دلتا إرسائية عظمية عند خط عمق ٢٥٠٠ قامة . وقد أوضح هيزن Heezen عام ١٩٥٩ (١) أن كميات الرواسب العظمى التى يصبها نهر الكونغو المحيط ستوياً يمكن أن تملأ هذا الشق الأخدود الذى يقع أمام مصب النهر مباشرة . وعلى ذلك استنتج بأنه لا بد أن تكون هناك عوامل أخرى ، تعمل على نقل هذه الرواسب والمفتتات

بصورة مستمرة من باطن الأخدود المحيطى . وقد لاحظ هيزن كذلك بأن رأس أخدود الكونغو المحيطى ليست ثابتة ، بل يتغير موقعها من عام إلى آخر ، خاصة بعد حدوث فيضانات نهر الكونغو العظمى . ومن ثم فشل مشروع وضع الكابلات الكهربائية فى باطن أخدود الكونغو المحيطى . ولهذا الأخدود بعض الروافد الثانوية خاصة على جانبه الشمالى . واتضح من قطاعاتها العرضية بأنها تبدو فى مرحلة الشباب (على شكل حرف V) ، وينتشر فوق أرضية الأخدود رواسب الرمال والسيلت وبعض الرواسب العضوية (شكل ٥٥) .

وبجوار الرفرف القارى للساحل الغربى للولايات المتحدة الأمريكية يمتد

أخدودان محيطيان هما أخدود لاجولا وأخدود سكريبس Lajolla and Scripps

١- Heezen, B. C., (The floor of the oceans) North Atlantic Geol. Soc. Amer. (1959)

Submarine Canyons وتعد المعرنة عن هذين الأخلودين ، واضحة وتفصيلية إذا ما ترتبت بمعلوماتنا عن جيومورفولوجية الأخاديد المحيطية الأخرى. ويعزى ذلك إلى وقوعهما بجوار معهد سكريبس الأقيانوغرافي Scripps Institution of Oceanography وقد عمل رجال هذا المعهد على تصوير جدران هذين الأخلودين تصويراً دقيقاً تحت الماء، كما جمعت آلاف العينات الصخرية والإرسابية من قاعهما، ورسمت لها خرائط مورفولوجية بحرية تفصيلية، توضح أدق التفاصيل الجيومورفولوجية للأخلودين ووضعت صورة كبيرة مجسمة لهما عند مدخل معهد سكريبس.

(شكل ٥ د) أخذوا الكونو المميطي

١ - الأخاديد التي تنشق في الصخور الصلبة ، وتتميز بأن لها جدران حائطية الشكل مركبة من صخور صلبة متجانسة وأطلق على هذه المجموعة تعبير (نوع نيو إنجلاند) New-England Type .

ب - الأخاديد التي تنشق نفسها في صخور غير متجانسة ، أى صخور صلبة متمايزة فوق صخور لينية ، وتنتشر فوق قاعها كيات هائلة من الرواسب الطينية الرملية وأطلق على هذه المجموعة تعبير (نوع كورسيكا) Corsican Ravines

وقبل أن نتحدث عن أم الآراء التي رجحت لتفسير نشأة هذه الأخاديد المحيطية ينبغي أن نشير إلى أهم خصائصها الجيومورفولوجية العامة ، وهذه تتلخص فيما يلي : -

١ - تكاد تنتشر ظاهرة الأخاديد المحيطية على طول الرفارف القارية لسواحل العالم ، فهي توجد بالسواحل المستقرة وغير المستقرة ، كما قد تتمثل على طول سواحل البحار الاستوائية والمدارية والمعتدلة الباردة والقطبية ، بل وفي البحار شبه المغلقة كذلك .

٢ - تتألف حوائط الأخاديد المحيطية وجدرانها من صخور مختلفة الصلابة والتركيب الجيولوجي .

٣ - تظهر أودية الأخاديد المحيطية على شكل أودية منزنية متعرجة إلا أنها قد تكون مستقيمة الامتداد إذا ما تأثرت ببعض العوامل الجيولوجية ، التي تؤدي إلى استقامة امتدادها . (صدوع عظمى - مناطق ضعف جيولوجي ...)

٤ - يتميز التصريف العام لمعظم الأخاديد المحيطية بكونه شجرياً :

• - يبدو التقاطع العرضي للأخاديد المحيطية على شكل حرف (V) إلا أن بعضها قد يكون لها قاعاً عريضاً متسعاً ، ومع ذلك فتبدو جوانبها جميعاً على شكل جدران حائطية عالية .

٦ — تغطي أرضية الأخاديد فرشات هائلة السمك من الرمال والطين ونسبة محدودة من رواسب الحصى والحصى .

٧ — تمتد الأخاديد المحيطية في معظم الأحيان عمودية على خط الساحل .

٨ — يتصل بعض الأخاديد بالمضائق والمداخل البحرية بينما لا يتصل بعضها الآخر بخط الساحل ، وتبعد أعالها بنحو نصف ميل عن خط الساحل المجاور .

٩ — على الرغم من أن الشكل العام لهذه الأخاديد المحيطية قد يشبه بعض الظواهر الأخرى على اليابس (مثل أخدود كلورادو العظيم ...) ، إلا أن الأولى ذات امتداد شاسع ، وتتميز بعمقها العظيم وجوانبها الحائطية الشكل .

١٠ — تختلف الاخاديد المحيطية Submarine Canyons عن الخنادق المحيطية العميقة Deep Sea Trenches ، ذلك لأن الأولى تتكون فوق الرفارف القارية وتمتد عمودية على خط الساحل المجاور ، بينما تمتد الثانية موازية لخط الساحل وتقع فيما وراء المرتفع القاري .

نشأة الأخاديد المحيطية

تبعاً لتنوع المظهر الجيومورفولوجي من أخدود محيطي إلى آخر ، أكد العلماء أن نشأة الاخاديد تتنوع بدورها من مجموعة إلى أخرى ، ومن الصعب قبول عال واحد ينجم عنه نشأة هذه الاخاديد وتشكيلها . ويرجح بعض الباحثين أن نشأة الاخاديد المحيطية ترجع إلى أثر فعل عوامل غير معروفة تماماً ، وربما تم تكوينها إما فوق منسوب سطح البحر ، أو في مواقعها الحالية تحت منسوب سطح البحر . فاذا اعتبرنا أن هذه الاخاديد قد نشأت فعلاً عند ما كان موقعها فوق منسوب سطح البحر ، فمعنى هذا أن قاع البحر قد انخفض

إلى المنسوب الحالى لهذه الاخاديد (١٠٩٠٠٠ - ١٥٩٠٠٠ قدم) ولكن أكدت نتائج الدراسات الاقياوغرافية والجيومورفولوجية على أنه ليست هناك أدلة تثبت انخفاض مستوى البحر بهذا الشكل على الإطلاق فى أى مكان من العالم . بل تؤكد كل الأدلة العلمية المختلفة أن البحر كان يتقدم أو يتقهقر عن الأرض المجاورة له فى حدود عدة أميال فقط، وأن تغير مستوى هبوط البحر خلال العصر الجليدى البلايوسينى لم يزد فى أى جزء من سطح قشرة الأرض عن ٣٠٠ قدم .

وعلى ذلك تضاربت الآراء فيما يخص بنشأة هذه الأخاديد ويمكن أن نلخصها فيما يلى : —

(أولاً) النظريات القديمة

(١) نظرية فجتر Wegener عام ١٩٢٤ :

أعتقد فجر أن هذه الاخاديد نشأت فجائياً بواسطة عوامل تكتونية فجائية Diastrophic movements . وقد أشار إلى أن أهم هذه العوامل تتمثل فى فعل الصدوع المختلفة وتعرض الرفوف القارية لحركات الرفع التكتونية . وما يعترض هذا الرأى ما يلى : —

١ — يظهر من دراستنا للتوزيع الجغرافى للأخاديد المحيطية ، أنها تشكل كل الرفارف القارية فى بحار العالم ، ولا تقتصر على منطقة محلية معينة . وعلى ذلك فمن الصعب قبول الرأى القائل بأن كل الرفارف المارية تعرضت لموامل تكتونية فجائية .

ب — قد تظهر الأخاديد المحيطية على شكل أودية منثنية متعرجة وليست مستقيمة تماماً ، وعلى ذلك فمن الصعب أن نفترض بأن كل هذه الاخاديد نشأت بفعل الصدوع .

ج - تمتع كل الاخاديد المحيطية عمودية على خط الساحل . ولكن من الصعب أن نعتقد بأنها نتاج صدوع عرضية كانت تمتد محاورها عمودية على خط الساحل كذلك .

(٢) نظرية جونسون Johnson : - ١٩٣٩

اعتقد جونسون بأن نشأة الاخاديد المحيطية قد ترجع إلى أثر فعل الينابيع القوية^(١) التي تتمثل عند أقدام الرافد القارية خاصة على طول السواحل التي تميل طبقاتها صوب البحر المجاور . ولكن تبين أنه من الصعب قبول هذا الرأي ذلك لأنه لا يفسر تكون الاخاديد المحيطية فوق الصخور الجرانيتية والصخور الصلبة . ولم يؤكد الباحثون حدوث هذه الينابيع عند أقدام الرافد القارية ، وإن وجدت فرضاً فإنه من الصعب كذلك تفسير نشأة الاخاديد العظمى بفعل تدفق مياه الينابيع .

(ثانياً) النظريات الحديثة

وعلى الرغم من أن مشكلة الاخاديد المحيطية العظمى بدأت دراستها منذ عام ١٨٩٣ في كتابات لاوسون Lawson ، إلا أنه حتى الوقت الحاضر لم نصل إلى تفسيرات يقينية توضح حقيقة نشأتها . وتتلخص النظريات الحديثة في رأيين مختلفين هما : -

(١) تكوين الاخاديد المحيطية بواسطة التعرية الهوائية عند ما كان منسوب البحر أكثر انخفاضاً عما هو عليه اليوم :

يعتقد أصحاب هذا الرأي أن الاخاديد المحيطية تكونت بواسطة التعرية الهوائية Subaerial erosion^(٢) (خاصة التعرية النهرية) عندما كان

1- Johnson, D.W., - The origin of Submarine Canyon, N. Y., (1939).

(٢) راجع تعريف هذا التعبير بكتاب أصول الجيومورفولوجيا - الدكتور - ن. ب. العيتن ١٩٦٦ ص - ٣١٤ - الطبعة الثالثة ١٩٧٦ .

منسوب البحر أكثر إنخفاضاً عما هو عليه اليوم ، وحيث أكدت الدراسات الأقيانوغرافية والجيومورفولوجية إنخفاض مستوى سطح البحر خلال عصر البلايوسين بنحو ٩٠ قامة عن منسوبه الحسالى ، فإن جزءاً كبيراً من الرافرف القارية الحالية كانت جزء من الأرض المجاورة وبالتالي كان يقطعها مجارى نهريّة تمثل الصورة الأولى لهذه الأخاديد المحيطية الحالية . وقد نجحت هذه الأنهار البلايوسينينة في شق مجاريها فوق صخور شديدة الصلابة وعملت على تعميق هذه المجارى عند تذبذب مستوى سطح البحر خلال الفترات البلايوسينينة المختلفة .

ويعتمد أصحاب هذا الرأى في تحقيق نظريتهم على شكل القطعاعات العرضية لهذه الأخاديد والتي تبدو على شكل حرف (V) ، وإن دل هذا على شىء فأنما يدل حسب أرائهم على حفر هذه الأخاديد بفعل الأودية النهرية النشيطة . كما يدل التصريف الشجرى للأخاديد المحيطية وروافدها على تطور مراحل نمو الأنهار الأصلية . وعلى ذلك يلاحظ من دراسة التوزيع الجغرافى للأخاديد المحيطية أن الغالبية العظمى منها تمتد مع نفس إتجاه المجارى النهرية التى تتمثل على اليابس المجاور .

ولكن يعترض هذه النظرية عدة نقاط تمخلص فيما يلى :-

١ - على الرغم من أن الأخاديد المحيطية تتكون فوق الرافرف القارية إلا أنها تمتد فوق المنحدرات القارية كذلك هذا بالإضافة إلى أنها عظيمة العمق (١٥٠٠ قدم عن مستوى سطح البحر) فى حين أن إنخفاض مستوى سطح البحر البلايوسينينى كان بنحو ٣٠٠ قدم عما هو عليه اليوم .

ب - من الصعب إعتقاد أن كل هذه المجارى النهرية عمقت أودعها بهذا العمق العظيم على طول نطاق الرافرف القارية . كما لم يوضح أصحاب هذا الرأى الأسباب التى أدت إلى تعميق المجارى النهرية بهذا الشكل من ناحية ، ثم كيف استطاعت الأودية تعميق مجاريها بهذا الشكل فى

منطقة الرفارف القارية (الأجزاء الدنيا للأنهار) بينما ظلت المناطق

المجاورة لها على اليابس الخالي لم تعمق بنفس العوامل .

ج - هناك كثير من الأخاديد المحيطية العظمى تشغل مناطق لا يقع بجوارها

على اليابس أى أنهار حديثة أو حتى آثار لمجاري نهرية بلايوسينية قديمة.

تكوين الأخاديد المحيطية بفعل التيارات الدوامية العكرة :

Turbidity Currents.

تعتبر أوفق النظريات التي رجحت حتى الآن هي تلك التي قدمها الأستاذ

دالى Daly عام ١٩٣٦ (١) . وتتلخص هذه النظرية في أن الأخاديد المحيطية

قد تكونت في مواقعها الحالية تحت سطح البحر بواسطة فعل التيارات الدوامية

العكرة والتي يعظم نشاطها فوق أرضية الرفارف القارية . وتتخلص آرائه

في أن منسوب سطح البحر خلال العصر الجليدى كان نحو ٣٠٠ قدماً تحت

منسوبه في الوقت الحاضر. وعلى ذلك ساهمت عوامل التعرية الهوائية والجليدية

في نقل كميات عظمى من الطين وإرسابها فوق الرفارف القارية . وقد نجم

عن عظم تراكم هذه الرواسب الهائلة تكوين مياه طميية يكثر فيها حدوث

الدوامات وحركة التيارات المائية . ومن المعروف أن المياه المحملة بالطين

أكبر كثافة من المياه الصافية ، لذا ترسب المياه الطميية أسفل المياه الصافية

وقد تتخذ لنفسها مجرى معلق Suspension Current ، تختلف طبيعته وسرعته

حسب إختلاف كثافة المواد المعلقة ودرجه إنحدار قاع البحر. وبهالى تكرار

هذه العملية أمكن لبعض التيارات المعلقة فوق منطق الرفارف القارية حفر

أودية لها . وقد تتميز هذه الأودية في بداية نشأتها بكونها ضحلة ،

إلا أنها تزداد عمقاً بمرور الزمن حتى تظهر على شكل أخاديد عميقة كمثل التي

نراها اليوم .

1 - Daly, R. A , -The origin of Submarine Canyon-, Amer. Jour. Sci, vol. 31 (1936) , 401 - 402.

ومن أنصار هذا الرأي كذلك كل من كينين Kuenen^(١) (١٩٥٠)،
وهيزن Heezen (١٩٥٦)^(٢)، وشيرد Shepard (١٩٦٣)^(٣).

وفي الحقيقة لم تسترع نظرية « دالي » إلا بعد أن حققها عملياً
الاستاذ كينين Kuenen عام ١٩٥٠ فقد أوضح هذا الباحث الأخير أن الرمال
المتزجة بالطين لها القدرة على أن تكون شبه مجارى نهريّة في مياه البحر،
تسير لمسافات بعيدة وتنتج إلى أسفل نحو قاع المحيط، ولها القدرة كذلك على
نحت صخور القاع بل وشقه إذا ما إندفعت بسرعة نحو القاع.

وعلى الرغم من أن شيرد Shepard قد شاهد عام ١٩٠١ كميات عظيمة من
الرمال تنزلق من أعالي أحد الأخاديد المحيطية وتندفع بسرعة نحو باطن
الأخدود إلا أنه لم يسجل حتى الآن رؤية مثل هذه التيارات الدوامية العكسة
بصورة قاطعة في مياه المحيط. ولكن الباحث هيزن Heezen (عام ١٩٥٢)^(٤)
أكد وجود مثل هذه التيارات الدوامية من دراسة مظاهرها المختلفة. فعلى
سبيل المثال أوضح هيزن أن تكسر الكابلات التلغرافية في مياه الجراندي بانك
لا تعزى إلى سبب حدوث زلزال عام ١٩٢٩ نفسه، بل إلى أثر فعل التيارات
الدوامية التي نجمت بعد حدوث الزلزال. ومن دراسته لقاع الأخاديد
المحيطية تبين له أن نحو ٩٠٪ من الرواسب التي تغطي قاعها تتألف من الطين
والرواسب الناعمة الحبيبات جداً. وعلى ذلك استنتج أن هذه الرواسب هي
نتيجة لحدوث عمليات إنزلاق الطين مع التيارات الدوامية العكسة.

1 - Kuenen, K., (Marine geology), N. Y., (1950).

2 - Heezen, B. C., (Corrientes de turbidez del Rio Magdalena),
Bol. Soc. Geograf. Colombia, Bogota. No. 52 (1956), 135 - 142.

3 - Shepard, F. P., (Submarine geology); N. Y. (1963).

4 - Heezen, B. C., (Turbidity Currents...) Amer. Jour. Sci. vol.
502 (1952). 849 - 884.

(ثانياً) الجبال البحرية

Sea-mounts and Guyots.

تتشكل بعض أجزاء من قاع المحيط بمجموعات عديدة من الجبال والتلال ذات قمم مستوية السطح، ويعظم إنتشارها خاصة فوق أرضية المحيط الهادئ . ويطلق على هذه الجبال إذا تميزت بحواف جانبية حائطية الشكل (عظيمة الارتفاع وشديدة الانحدار) اسم « التلال المحيطية » Sea-Mounts ، أما إذا تميزت قمة الجبل والسفوح العليا له ، بكونها متتوية السطح وعظيمة الامتداد كذلك (أى تشبه في هذه الحالة ظاهرة الموائد الصخرية Mesa فوق اليابس) ، ففي هذه الحالة يطلق عليها تعبير « التلال المصطبية المحيطية » Guyots

ولقد قدر الباحثون أن قاع المحيط الهادئ يشغله مجموعات هائلة من هذه التلال ، يبلغ عددها نحو ١٠.٠٠٠ تلاً وجبلاً . ويبلغ متوسط ارتفاعها نحو ٩٠٠٠ قدم فوق أرضية المحيط . وقد أوضح منارد Menard عام ١٩٥٩^(١) ، أن نشأة الجبال البحرية قد يكون لها علاقة بتكوين الجزر والحواجز المرجانية ، حيث لاحظ أن معظم الجزر والحواجز المرجانية تتكون أساساً فوق تلال بحرية بركانية النشأة غالباً ، وتمثل في الجزء الجنوبي الغربي من المحيط الهادئ ، بينما تنتشر التلال البحرية التي نحن بصدد الحديث عنها في أواسط المحيط الهادئ وعلى الحواف الغربية والشالية الشرقية له . وعلى ذلك يتضح أن كلا من الحواجز والجزر المرجانية والجبال والتلال البحرية تنتشر في اتجاهات مختلفة وتحتل مناطق متباينة . وقد اعتقد منارد أن السبب في ذلك قد يعزى إلى تأثير بعض أجزاء من أراضي المحيط الهادئ بالثورانات البركانية في فترات جيولوجية متعاقبة وفي أماكن مختلفة من قاع المحيط . أو بمعنى آخر أن كلا من الجبال والتلال البحرية

1 - Menard, H. W., (Geology of the Pacific Sea-floor) ,
Experientia, 15, (1959), 205 - 213.

هى عبادة عن براكين محيطية قديمة حدثت فوق قاع المحيط خلال أزمنة جيولوجية مختلفة وظهرت تراكماً فى مواقع متباعدة عن بعضها .

وأكدت الدراسات الأقيانوغرافية الحديثة أن المخروطات البركانية على اليابس تختلف تماماً عن نتائج ثورانات البراكين المحيطية . حيث إن الأخيرة أعظم حجماً بمئات إن لم يكن بالآلاف أمثال حجمها . هذا بالإضافة إلى أن سطح هذه الجبال يبدو مستوياً وليس لهذه الجبال قمم مخروطية كبراكين اليابس ، وقد رجح بعض الباحثين إلى أن هذه التلال المحيطية تعرضت لحركات رفع أثناء فترة نموها ، نجم عنها ظهورها فوق مستوى سطح البحر ، وتعرضها للتعرية البحرية التى نجحت فى تشكيل أعاليها بسهول تحتانية بحرية . ثم تعرضت هذه التلال بعد ذلك فى أواخر مراحل نموها إلى حركات هبوط ، وأصبحت بالتالى تحت مستوى سطح البحر كما تبدو عليه فى الوقت الحاضر .

(ثالثاً) الجزر الحلقية والحواجز المرجانية

Atolls and Coral Reefs

تنمو الجزر الحلقية والحواجز المرجانية فى بعض مياه البحار الاستوائية والمدارية . ويعتبر الأستاذ داروين Darwin أول من تعرض لدراستها فحاسة علمية وذلك منذ عام ١٨٤٢م^(١) . وقد صنف داروين الظواهر التى تبدو عليها أشكال المستعمرات المرجانية فيما يلى : -

١ - الجزر الحلقية المرجانية : Atolls

وهى عبارة عن جزر تتألف من حيوان المرجان ، ذات ارتفاع محدود فوق سطح مياه البحر ، وتحصر بينها بحيرة مستنقعية واسعة ضحلة ، وقد تتصل هذه البحيرة بمياه البحر بواسطة فتحات ضيقة ضحلة تتصل بين هذه الجزر المرجانية .

(1) C. Darwin, "Voyage of the Beagle", (London) 1842.

ب - الحواجز الحدية : Fringing Reefs

وهذه تتألف من حواجز مرجانية تظهر فوق سطح الماء في أوقات الجزر . وتمثل هذه الحواجز على طول خط الساحل نفسه أو تقع بجواره ، ويتراوح متوسط عرضها (من خط الساحل إلى داخل البحر) نحو ميل واحد ، وتمتد هذه الحواجز بأن لها انحدار بسيط متجه صوب البحر .

ج - الحواجز السدودية : Barrier Reefs

وهي تشبه الحواجز السابقة من حيث تكوينها وشكلها العام إلا أنها تختلف عنها من حيث الموقع ذلك لأنها تقع غالباً على بعد عدة أميال من خط الساحل ، بل وقد تفصل عن الساحل بواسطة البحيرات المستنقعية الضحلة . ومن أشهرها الحاجز المرجاني العظيم في شمال شرق أستراليا .

ويعيش المرجان عادة في جماعات ويكون مستعمرات عظمي تتألف من مجموعات متعددة من حيوانات المرجان الفردي polyps أو تلك المركبة . وينمو المرجان بمياه البحر أفقياً أو رأسياً ، ويلاحظ أن الفرق بين المرجان الميت والآخر الحي ، هو أن النوع الأول يكون غالباً متحجر أو مسمت Cemented ويختلط به تجمعات هائلة من الطحالب الجيرية والكلسية منها تلك المعروفة باسم Nullipores .

ويوقف سرعة بناء الحواجز المرجانية على مدى نمو حيوان المرجان وتكاثره والذي يستمد غذائه من بعض الكائنات البحرية مثل الطحالب . ويحتاج المرجان إلى بيئة بحرية خاصة بحيث لا تقل درجة حرارة المياه عن ٢٨°ف وعلى ذلك كان نمو الجزر الحلقية والحواجز المرجانية مقصوراً على المسطحات المائية فيما بين دائرتي عرض ٣٠° شمالاً وجنوباً ، اللهم إلا في بعض الحالات الخاصة حيث قد يتأثر نمو المرجان بمرور التيارات البحرية الدفينة . ومن المستعمرات المرجانية التي تتبع المجموعة الأخيرة ، هي تلك التي تمتد حول جزيرة برمودا Bermudas حيث تأثرت بمياه تيار الخليج الدقي . ولذا يغلب تكوين الجزر والحواجز

المرجانية على طول السواحل الغربية للمحيط الأطلنطي عنها إذا ما قوربت بتوزيعها على السواحل الشرقية للمحيط ، حيث تتعرض السواحل الأولى لفعل التيارات البحرية الدفينة .

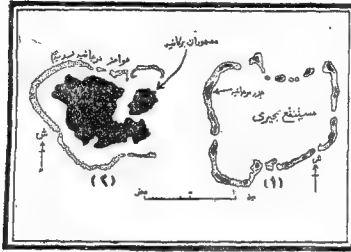
ويلزم أن تكون المسطحات المائية التي ينمو فيها المرجان صافية ونسبة الأملاح بها كبيرة . وعلى ذلك لا ينمو المرجان عند مصبات الأنهار حيث تصب الأنهار في مياه البحر كميات هائلة من الطمي والطين تترقرق نمو المرجان ويعظم نمو المرجان عادة على الشواطئ البحرية التي تتعرض لتلاطم الأمواج وتأثير المد ، والتيارات البحرية الدفينة . وقد أثبتت الدراسات البيولوجية أن التيارات البحرية تمد المرجان الحى بكميات كبيرة من الأكسجين والغذاء اللازم لنموه . ولا يستطيع المرجان البقاء طويلا فوق سطح الماء وأن يتعرض للهواء الخارجى ، وعلى ذلك لا يظهر المرجان عادة فوق مستوى سطح الجزر أو المد المنخفض . ويحتاج المرجان كذلك إلى ضوء الشمس ولا ينمو عادة على أعماق تبعد عن ٢٥ قامة من سطح الماء .

وعلى طول الساحل الغربى للبحر الأحمر بجمهورية مصر العربية تنتشر المستعمرات المرجانية فيما عدا المسطحات المائية التي تقع عند مصبات الأودية . ومن أشهر الحواجز المرجانية تلك التي تتمثل عند شط فرسان ، وقد أثبتت الدراسات البيولوجية تنوع العائلات السمكية المختلفة الألوان والأشكال بالشعاب المرجانية ووجود المتحف البيولوجى الأقيانوغرافى بالفردقة بمجموعات نادرة من هذه العائلات السمكية .

الجزر المرجانية الحلقية

يطلق تعبير « الجزر المرجانية الحلقية » على مجموعات الجزر التي نرجع نشأتها إلى تراكم حيوانات المرجان ومستعمراته بحيث تكون الشكل العام لهذه الجزر . ويعظم انتشار هذه الجزر في المحيط الهادى ، ويلاحظ أنها تظهر على

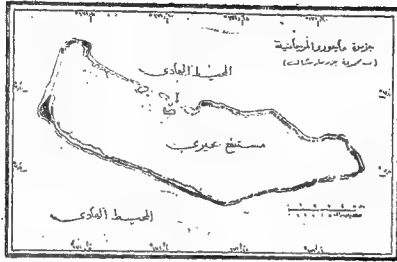
شكل حلقة دائرية تحصر بينها مستنقع بحرى كما هو الحال مثلاً بالنسبة لجزيرة فانيكورو (مجموعة جزر كارولين بالمحيط الهادى) أو قد يتوسطها مصهورات بركانية عظمى كما هو الحال بالنسبة لجزيرة كوهاس بالمحيط الهادى: (شكل ٥٦)



(شكل ٥٦) الجزر المرجانية الحلقة: ١ - جزيرة فانيكورو - من مجموعة جزر كارولين
٢ - جزيرة مرجانية سدية ، جزيرة كوهاس .

وقد تبين أن كل الجزر المرجانية بالمحيط الهادى تقع فوق صخور نارية بركانية إلا أن هذه المصهورات الأخيرة لا يزد منسوبها عن ١٥ قدم فوق مستوى سطح البحر وعلى ذلك هيئت في نفس الوقت للمستعمرات المرجانية بيئة صالحة لنموها وتكاثرها (خاصة الجزر الواقعة في المياه المدارية وتعرض لفعل تلاطم الأمواج) . وتبعاً لانخفاض منسوب هذه الجزر عن مستوى سطح البحر ، فيطلق عليها البحارة اسم الجزر المنخفضة (Low Islands) تمييزاً لها عن الجزر البركانية المرتفعة .

وعلى ذلك تتألف الجزر المرجانية من الصخور الجيرية التى من أصل عضوى ، وتتكون هذه الصخور خلال مدة طويلة من الزمن تبعاً لاندثار الكائنات البحرية التى تستخلص الجير من مياه البحر خاصة حيوانات المرجان .



(شكل ٥٨) جزيرة مالدور والمرجانية الحلقية (مجموعة جزر مارشال) .

وتبعاً لانخفاض منسوب سطح الجزر المرجانية الحلقية عن مستوى سطح البحر المجاور ، فن أهم مشاكل الحياة فوق هذه الجزر هو صكيفية الحصول على المياه العذبة اللازمة للسكان . فن الطبيعي أن أى مياه جوفية بهذه الجزر تكون شديدة الملوحة تبعاً للتركيب الصخري للجزر . ونادراً ما تتمثل أنهار دائمة فوق الجزر المرجانية أو مستنقعات تحتوى على بعض المياه العذبة ذلك لأن الجزر تتعرض دائماً لموجات البحر العالية (تبعاً لانخفاض منسوبها) كما أن الأمطار الساقطة فوقها مزرعان ما تتسرب فى الصخور الجيرية العظمية المسامية .

ولكن قد تتمثل بعض أشجار المانجروف على الحواف الحدية لبعض الجزر المرجانية خاصة إذا ما اختلطت الصخور الجيرية برواسب طينية أو رملية أو مواد عضوية أخرى تقذفها الأمواج أو الرياح أو تتركها الطيور البحرية كما هو الحال بالنسبة لأشجار المانجروف التى تحيط بجزيرة هوب المرجانية - جاجز استراليا العظيم) - (لوحة ١٧) .

وقد تتعرض البحيرة الداخلية لعمليات الرفع التدريجى ومن ثم تتكون جزر



(لوحة ١٧) جزيرة هوب - حاجز أستراليا العظيم - لاحظ نموبض غابات اللانجروف التي تحيط بأشجارها بالرواسب الحموية .

مرجانية حلقية مرتفعة Raised atoll islands ، وهنا تصبح إمكانية العثور على المياه الجوفية العذبة أمراً أقل صعوبة عما هو الحال فوق الجزر المرجانية المنخفضة المحدود المساحة . ومن أمثلة الجزر المرجانية الحلقية المرتفعة ، جزر ماكاتيا Makatea و نوارو Nauru ، وجونستون Johnston ، ويكر Baker ، وهاولاند Howland و مرقص Marcus ، بالمحيط الهادى .

وقد تحتوى أعلى بعض الجزر البركانية العالية على تكوينات من الصخور الجيرية المرجانية وإن دل ذلك على شيء فأنما يدل على أن هذه الجزر البركانية كانت في بداية نشأتها قريبة من مستوى سطح البحر وتكون فوقها بعض المستعمرات المرجانية ، ثم تعرضت بعد ذلك لعمليات الرفع التدريجى . ومن أمثلة هذه المجموعة من الجزر ، جزيرة جوام Guam .

وقد أطلق بعض الكتاب تعبير «الجزر المركبة Complex Islands» على تلك الجزر البركانية التي تعرضت لعمليات الرفع التكتونية داخل نطاق المستنقع

البحري الداخلي Lagoon . إلا أن البعض الآخر يفضل أن يطلق على مثل هذه الجزر اسم « جزر حلقة شبه مرجانية » Almost atolls . ومن أجمل أمثلة هذه الجزر شبه المرجانية ، مجموعة جزر ياب بالمحيط الهادى (١٣٨٦٥ ° شرقا ٩٣٠ ° شمالا) . وتتألف هذه الجزر (ياب - توميل - ماب - رومونج من صخور بركانية تعرضت لعمليات الرفع التدريجي ، ويختلف منسوبها من منطقة إلى أخرى حيث تتمثل أراضي مرتفعة (٨٠٠ قدم فوق مستوى سطح البحر) وأخرى منخفضة (أقل من ٣٠٠ قدم فوق مستوى البحر) ، وتحيط هذه التكوينات البركانية المستعمرات المرجانية والتي تمتد على شكل حلقة مثلثة الشكل بحيث تمثل جزيرة توميل رأس المثلث وجزيرتا رومونج وياب قاعدة المثلث (شكل ٥٩) .

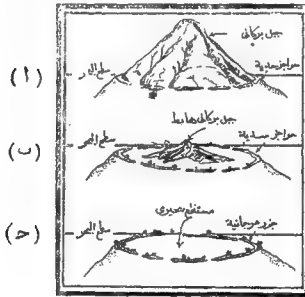


(شكل ٥٩) مجموعة جزر ياب بالمحيط الهادى

نشأة الجزر المرجانية الحلقية

اختلفت الآراء فيما يخص تفسير نشأة الجزر المرجانية الحلقية ، وتعد أقدم التفسيرات تلك التي رجحها العالم تشارلس داروين Charles Darwin في كتابه Voyage of the Beagle عام ١٨٤٢ م.^(١) وقد لاحظ داروين أن هناك علاقة مترابطة بين كل من الجزر المرجانية والحواجز الحدية والسديّة المرجانية ، ووقعها فوق المصهورات البركانية. وقد رجح داروين أن نشأة الجزر الحلقية المرجانية تمر بدورة خاصة تلتخص فيما يلي : —

١ — المرحلة الأولى : في هذه المرحلة يبني المرجان مستعمرات عظمى له على جوانب المصهورات البركانية أو الجزر المرجانية بالمحيط وخاصة في المياه المدارية التي تناسب نموه . وعلى ذلك تبدو هذه المستعمرات المرجانية على شكل حواجز مرجانية حدية Fringing Reefs (شكل ١٠)



(شكل ١٠) نشأة الجزر المرجانية حسب تفسير تشارلس داروين *

١ - Darwin, C., (Voyage of the Beagle — The structure and distribution of coral reefs, London, 1842,

ب - المرحلة الثانية . وتعرض الجزيرة البركانية خلالها لعمليات الهبوط التدريجي بينما ترتفع الحواجز المرجانية الحديثة إلى أعلى تبعاً لمدى سرعة حركة هبوط الكتلة البركانية الوسطى . وعلى ذلك تصبح الحواجز المرجانية الحديثة على شكل حواجز مرجانية سدودية . Barrier Reefs شكل ٦٠ ب) .

ج - المرحلة الثالثة : تتعرض الجزيرة البركانية خلال هذه المرحلة الأخيرة لعمليات الهبوط التدريجي المستمر إلى أن تتلاشى الجزيرة البركانية تماماً ، بينما تنمو فوق أعاليها المستعمرات المرجانية وتتخذ شكل أشربة قوسية تؤلف كلها مجموعة حلقة شبه دائرية الشكل وتحصر بينها بحيرة داخلية ضحلة ، وتفصل الأشربة القوسية فيما بينها بواسطة فتحات بحرية ضحلة ضيقة . (شكل ٦٠ ج) .

وكان من أظهر أنصار نظرية داروين ، العالم الجيومورفولوجي ولیم موريس دافيز W. M. Davis (١) ، وعمل على تدعيم هذه النظرية بالدراسات العملية التجريبية . وقد أكدت نتائج الدراسات الأقيانوغرافية الحديثة تعرض أواسط بعض الجزر البركانية - المرجانية لعمليات الهبوط التدريجي فقد تبين من أعمال الحفر الجيولوجي بجزيرة بيكيني Bikini المرجانية على وجود صخور جيرية مختلطة بها بعض حفريات الزمن الثالث عند عمق ٢٥٥٦ قدم من سطح البحر . وأستنتج الباحث دلاذ H. S. Ladd عام ١٩٤٨ أن الصخور البركانية القاعدية التي تتركز عليها جزيرة بيكيني تتمثل على عمق ٨٠٠٠ قدم . وعلى ذلك إذا كانت الكائنات المرجانية قد نمت بسرعة لكي تكون مثل هذا السمك العظيم ، فيمكن أن نستنتج في نفس الوقت كذلك أن هذا الجزء من المحيط قد تعرض لعمليات الهبوط التدريجي .

1 - Davis, W. M., (The coral reef problem), Amer. Geol. Soc., Spec. Publ. No. 9, (1928)

أما سير جون ماري Sir John Murray فقد اعتقد أن المستعمرات المرجانية تنمو من أسفل إلى أعلى خاصة في الفتحات البحرية الضحلة ، والتي تمثل بدورها بيئة صالحة لنمو العائلات المرجانية . وقد أوضح كذلك أن المرجان يعظم نموه في المراكز الوسطى من مناطق تجمعه ، أما عند أطراف المستعمرات المرجانية فيعرض حيوان المهرجان للهلاك تبعاً لقلة الغذاء ، وعلى ذلك يتعرض هيكل المرجان لعمليات الإذابة المستمرة . ووفقاً لهذا التفسير أعتقد «ماري» أن نشأة البحيرة الداخلية الضحلة ترجع إلى أثر عمليات ذوبان المرجان وتجمع المفتتات المرجانية بها . ولا يحتاج تفسير نشأتها إلى حدوث عمليات هبوط طاع البحر أو ارتفاعه . بينما إرتفعت أشرطة الجزر المرجانية القوسية تبعاً لعظم نمو المرجان في هذه الأجزاء . وكان من أنصار هذا الرأي الملاح البيولوجي المشهور الكسندر أجازيز Alexander Agassiz .

إلا أن الباحث فوجان T. W. Vaughn أكد بعد دراساته لتجذعات المرجان الميت في منطقة ساحل فلوريدا Florida Keys ، بأن عملية إرساب الجير *lime deposition* أعظم بكثير من عملية ذوبانه ، ويعزى ذلك إلى النسبة الضئيلة جداً من ثاني أكسيد الكربون بالمياه . واعتقد فوجان أن عملية ذوبان الحجر الجيري المرجاني بمياه البحر دون وجود نسبة كبيرة من ثاني أكسيد الكربون بعد أمراً غير مقبول من الناحية العلمية .

وفي عام ١٩١٠ رجح الباحث الأمريكي «دالي» R. A. Daly ^(١) نظرية أخرى تفسر نشأة الجزر المرجانية الخلقية، ثم أكد آراؤه من جديد في كتابه عن « أرضية المحيطات » عام ١٩٤٢ . فقد لاحظ «دالي» أن معظم المستعمرات البحرية التي تنحصر بين الجزر المرجانية الخلقية ذات أعماق متشابهة تقريباً

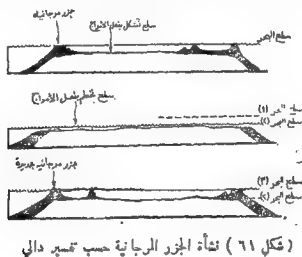
1 - a — Daly, R. A., (Pleistocene glaciation and the coral reef problems) Amer. Jour. Ser 4 vol 30 (1910), 297 - 308.

b — Daly, R. A., (The floor of the Ocean), Univ. of North Carolina Press, 1942.

c — Daly, R. A., (Origin of coral reefs) Amer. Jour. Sc, vol. 31, 1936, 401 - 402.

حيث يتراوح أعمارها من ١٥٠ - ٢٥٠ قدم . كما أن بعض القمم الجبلية العالية ، لبعض الجزر البركانية (مثل جزيرة هاواي) تعرضت للتعرية الجليدية البلايوسينية . وعلى ذلك اعتقد دالي أن المياه التي تحيط بالجزر خلال عصر البلايوسين كانت أعظم برودة وأقل ملوحة (تبعاً لذوبان الجليد وتراكمه فوق أعالي بعض الجزر) عن المياه الحالية . وهي خصائص من الصعب أن تنمو فيها أى مستعمرات مرجانية . وإذا كان هذا الرأى صحيحاً ، فإن المستعمرات المرجانية حول جزر هاواي وغيرها من الجزر لابد وأن تكون قد نشأت بعد عصر البلايوسين وعند بداية العصر الحديث .

وعندما حسب دالي حجم الكتل الجليدية التي تجمعت في البحار والمحيطات خلال عصر البلايوسين تبين له أن هذا الجليد أدى إلى إنخفاض منسوب سطح البحر بنحو ٢٠٠ قدم عما هو عليه اليوم . ومعنى ذلك أن المستعمرات المرجانية التي بدأ تجمعها بعد نهاية عصر البلايوسين تكونت في مياه يكثر بها نسبة الصلصال تبعاً لتلاطم الأمواج في الرواسب الحديثة التجمع ، كما أنها لم ترتفع عن سطح الأرض إلا بنحو بضعة أقدام محدودات ، وعندما أخذ مستوى سطح البحر في الارتفاع التدريجي تمكنت بعض المستعمرات المرجانية من المقاومة في سبيل البقاء . وذلك بتكاثرها السريع وبناء مستعمرات عظمى وأخذت ترتفع إلى أعلى مع حركة ارتفاع مستوى سطح البحر . (شكل ٦١) .



وحسب رأى دالى تعتبر المستنقعات البحرية التى تقع بين أشرطة الجزر المرجانية، أحواضاً أخذت تتجمع فيها الرواسب والمفتتات الصخرية والعضوية التى أرسبتها الأمواج. ويتناسب أعماق هذه المستنقعات تناسباً طردياً مع مساحتها ومدى إتساعها . فكلما إزدادت مساحتها إزداد عمقها والعكس صحيحاً .

إلا أن هناك بعض النقاط التى لم تستطع نظرية دالى تفسيرها وتملخص فيها
بلى :-

أ - أثبتت عمليات الحفر borings فى الصخور خاصة فى جزر فونا فوتى Funafuti وبيكينى Bikini ، أن هناك تكوينات من الصخور الجيرية المرجانية على أعماق ٣٠٠٠ قدم وترجع نشأتها إلى الزمن الثالث .

ب - أكدت الأبحاث الأقيانوغرافية حدوث حركات الهبوط فى أواسط بعض مجموعات الجزر البركانية .

ج - لا ترجع كل المستعمرات المرجانية المحيطية بالجزر إلى العصر الحديث فقط .

د - لم نفسر آراء دالى كيفية تكوين المستعمرات المرجانية فوق قمم الجزر البركانية العالية .

أما فيما يتعلق بالحواجز المرجانية فهذه تنتشر فى بعض المسطحات المائية المدارية خاصة بالمحيطين الهادى والهندي . أما فى المحيط الأطلسى فتظهر الحواجز المرجانية حول بعض جزر الهند الغربية وبحوار أجزاء من الساحل الشمالى الشرقى للبرازيل . ومن الحواجز المرجانية التى تخرج نسبياً عن نطاق المياه المدارية ، حواجز برمودا ، والتى نشأت بمساعدة مياه تيار الخليج الدافئ .

ولكن أعظم هذه الحواجز جميعاً هو الحاجز المرجانى العظيم الذى يقع شمال شرق استراليا ، ويبدأ من أقصى شمال ساحل كوينزلاند وتنتشر أطرافه

الشمالية في مياه مضيق تورس Torres Strait، ثم يسير جنوباً بمحاذاة ساحل كوينزلاند لأكثر من ١٠٠٠ ميل ويبلغ أقصى اتساع الحاجز أمام بلدة ماكاي Mackay حيث يبلغ عرض الحاجز بالقرب من خط الساحل إلى نهايته في البحر مسافة طولها نحو ١٥٠ ميلاً. ويتألف هذا الحاجز العظيم من حواجز ثانوية مختلفة الأشكال والحجم وتشغل معظم الرفوف القارية لساحل كوينزلاند. وتبتعد الحواجز الحدودية في شمال الحاجز عن ساحل كوينزلاند بنحو ٣٠ ميلاً، إلا أن الحاجز يقترب من الساحل كلما اتجهنا صوب الجنوب حيث يبتعد الحاجز الحدي عن خط الساحل أمام رأس ميلفيل Melville بنحو ٧ أميال فقط، وتتشظى أطراف الحاجز جنوباً عند دائرة عرض ٢٥° جنوباً إلى الشمال مباشرة من ماري برا Maryborough. ولا يتألف الحاجز المرجاني الاستراتيجي العظيم من حيوانات المرجان الحفرية القديمة فقط، بل تنتشر فوقه كذلك حواجز تتألف تماماً من الشعاب المرجانية الحية ومن أشهر هذه الحواجز تلك المعروف باسم حاجز أرلينجتون Arlington أمام ساحل كوينزلاند (الوحدة ١٨).



(لوحة ١٨) مورفولوجية حاجز أرلينجتون - حاجز استراليا العظيم (لاحظ بعض السكانات المرجانية الحية فوق سطح الماء) .

وقد رسم لهذا الحاجز المرجاني العظيم قطاعات عرضية تفصيلية توضح شكله العام والصيغور التي يتركز عليها ، وتبين أن الحاجز يتألف من حواجز سدبة عظمى تشغل مقدمات الرفوف القارية وتمثل في نفس الوقت الاطراف الحدية للحاجز صوب البحر ، وكذلك مجموعات أخرى من الحواجز السدبة الداخلية الثانوية وحواجز حدية أو هامشية تنحصر كلها بين الحواجز السدبة العظمى في الشرق من ناحية وخط ساحل كوينزلاند في الغرب من ناحية أخرى (شكل ٦٢) .



(شكل ٦٢) قطاع تخفيطي للحاجز المرجاني العظيم ، بشمال شرق أستراليا :

· الباب السادس

الفصل الرابع عشر :

السواحل البحرية ، وكيفية تصنيفها جيومورفولوجيا
الى مجموعات مختلفة .

الفصل الخامس عشر :

الرواسب فوق قاع البحار والمحيطات .

الفصل الرابع عشر

السواحل البحرية ، وكيفية تصنيفها جيومورفولوجيا إلى مجموعات مختلفة

كل « شواطئ » ^(١) البحر وسواحله الحالية ما هي إلا نتائج التطور الذي حدث وما زال يحدث نتيجة لتقدم البحر وتقهقره عن الأرض المجاورة له . فيؤدي إرتفاع مستوى سطح البحر أو إنخفاض الأرض إلى انقمار أجزاء كبيرة من ظاهرات سطح الأرض والتي قد تكون نشأت أصلا بفعل عوامل التعرية الهوائية الأخرى . وانقمار الأرض تحت مياه البحر بهذا الشكل قد يساعد على تكوين « سواحل » ^(٢) بحرية أهم ما يميز مظهرها الجيومورفولوجي العام هو تشكيلها بواسطة الخلجان Bays ، والمضايق البحرية Estuaries والفيوردات Fjords والمعاير الأرضية Straits . وقد يفصل بين هذه الظاهرات

١ — يقصد بتعبير « شاطئ البحر » ، Coast ، تلك الأراضي التي تمتد وراء الحروف البحرية Marine Cliffs التي تصرف على الساحل ، ويعتبر منسوبها في معظم الأحيان أعلى من مستوى خط الساحل الجاور .

٢ — يقصد بتعبير « سواحل البحر » Shores ، مناطق التقاء مياه البحر بأراضي اليابس . أما تلك المناطق التي تتشكل باختلاف ارتفاع مستوى سطح البحر تبعا لتأثير فعل المد والجزر تعرف باسم السواحل الأمامية « Fore shores » ، بينما تلك التي تمتد فيما وراء هذه المناطق السابقة وتنحصر بينها من جهة وبين الحروف البحرية من جهة أخرى فيطلق عليها تمييز المواصل الخلفية « Back shores » *

المختلفة أشباه الجزر الأرضية . وعلى طول السواحل السهلية الانخفاضية
 Coasts of Submergence قد تنشأ كذلك خلجان واسعة عظيمة الامتداد مثل
 خليج أستراليا الكبير في جنوب أستراليا وخليج هدسن في شمال قارة أمريكا
 الشالية . أما إذا انخفض منسوب سطح البحر أو ارتفع سطح اليابس والرافد
 القارية Continental Shelves المجاورة أو كليهما معاً ، فينجم عن هذه العملية
 تقهقر أو تراجع البحر خلفياً ، وتظهر بالتالى أراضي جديدة تضاف إلى
 اليابس كانت تمثل من قبل أجزاء من قاع البحر . وكثيراً ما تتغطى هذه
 الأراضي الجديدة (خاصة إذا كانت حديثة العمر الجيولوجى) بكيات هائلة
 من الرواسب البحرية ، ويطلق عايتها تعبير السواحل البحرية المرتفعة .
 Coasts of Emergence والمدرجات البحرية Marine Terraces (لوحه ١٩)



(لوحه ١٩) مدرج بحرى تقطعه الأمواج على حساب تراجع الجروف البحرية
 — منطقة لاجولا — كاليمورنيا

ويجدر أن نشير كذلك إلى أن منسوب سطح البحيرات الكبرى على اليابس
 قد يذبذب كذلك من وقت إلى آخر ، وقد ينجم عن ذلك تشكيل سواحل
 هذه البحيرات بظواهرات جيومورفولوجية تشبه تلك التى تتكون على طول

السواحل البحرية والمحيطية . وعلى سبيل المثال تعرض منسوب مياه بحيرة كيفو Kivu للارتفاع التدريجي في عصر جيولوجى سابق نتيجة لتراكم كميات عظيمة من اللافا والمصهورات البركانية في قاع البحيرة ، ومن ثم غطت الأراضي المجاورة لشواطئ البحيرة ، وتشكلت سواحل بحيرة كيفو ببعض الظواهر الجيومورفولوجية التي تتكون عادة على طول السواحل البحرية المنخفضة . أما إذا تعرض سطح البحيرة للانخفاض التدريجي كما يحدث ذلك في بحيرة سولت ليك Great Salt Lake في ولاية يوتا بالولايات المتحدة الأمريكية تبعاً لزيادة كمية المياه المفقودة بالتسرب والتبخير عن تلك المكتسبة من التساقط أو من المياه التي تصبها الأنهار ، فتساعد هذه العملية على تكوين شواطئ بحيرية مرتفعة ، تظهر على شكل مدرجات بحيرية وتغطي بعض أجزائها بالرواسب البحرية . وتمثل هذه الحالة في المدرجات البحرية بأقليم القنوم التي نتجت تبعاً لانخفاض مستوى سطح مياه بحيرة قارون ، وانكاسها التدريجي .

وإلى جانب العوامل المختلفة التي أدت إلى نشأة السواحل البحرية ، فيلاحظ أن الظواهر الجيومورفولوجية الساحلية ، تتنوع من حيث الشكل والحجم والتوزيع الجغرافي تبعاً لما يلي : —

١ — تأثير فعل كل من المد والجزر والتيارات البحرية والأواج .

ب — طبيعة الساحل وتركيبه الصخري .

ويعتبر عامل اختلاف التركيب الصخري Lithological Variation من أهم العوامل التي تشكل المظهر الجيومورفولوجي العام لمخطط الساحل . فإذا كانت الجروف البحرية التي تشرف على خط الساحل تتألف من طبقات صخرية صلبة متراكبة فوق طبقات صخرية لينية ، وأنها تمزقت وتشققت بفعل الشقوق الكثيفة Heavily Cracked and Jointed فتتآكل الصخور اللينة

بسرعة بفعل تكسر الأمواج ونلاطمها ، وسرعان ما تنزلق الكتل الصخرية أو تنهار وتنساقط من أعالي الجروف البحرية لتقدم إلى البحر رواسب قارية جديدة تتجمع فوق أرضية قاعه . ويعظم فعل البحرية وتنا كل الجروف البحرية بسرعة إذا كانت المادة اللاصقة لصخور هذه الجروف ضعيفة التماسك كما هو الحال في معظم أجزاء سواحل كل من شرق إنجلترا ، وسكس Sussex ، وهامبشير Hampshire . فعند ما تتعرض جروف هذه السواحل لفعل التعرية البحرية تنهار صخورها بسرعة ذلك لأنها تتألف من صخور بلايوسينية وبلايوسينية لينة غير متماسكة .

ولكن ندرك مدى سرعة التعرية البحرية على طول السواحل الشرقية لإنجلترا فقد أوضح الأستاذ ستيرز Steers, 1953⁽¹⁾ بأن مقدار التراجع الخلفي لساحل إقليم هولدرنس Holderness في شرق إنجلترا ، بلغ نحو ٢١٥ قدماً في نحو ٣٧ عاماً ، أو بما يعادل تراجع خط الساحل نحو ٦ أقدام سنوياً . كما وتراجع السواحل خلفياً بسرعة ملحوظة ، إذا كانت تتألف صخورها من الغبار والرماد البركاني الرخو الضعيف التماسك Soft Volcanic Ash ، كما هو الحال بالنسبة لسواحل جزيرة كراكاتوا Krakatau (فيا بين سومطرة وجاوه) . وقدر الأستاذ أمجروو Umbgrove عام ١٩٥٤م أن هذا الساحل يتراجع في بعض أجزائه بمعدل ١٠٠ قدماً سنوياً خاصة في أجزاء الساحل التي تتألف من الرماد البركاني الضعيف التماسك . وإذا استمر فعل الأمواج في تفتيت صخور الساحل فلا بد وأن تنقل هذه المفتتات بعيداً عن أقدام الجروف البحرية . أما إذا لم تستطع الأمواج وحركة التيارات البحرية على حمل هذه المفتتات ، بالتالي تكون الرواسب الأخيرة حاجزاً حصوياً يعرقل فعل نحت الأمواج وتخفيف مدى هدمها لصخور الساحل .

وإذا كانت الجروف البحرية تترب من طبقات صخرية لينة تقع أسفل طبقات صخرية صلبة ، فقد يساعد هذا التركيب الجيولوجي حدوث عمليات

(1) Steers, J. A., "The sea coast", London, 1953.

الانزلاق الأرضي Landslides والتي تساعد بدورها على تراجع الجروف البحرية، واستمرار نآكلها بفعل التعرية البحرية. وتتمثل هذه الحالة في بعض أجزاء من سواحل إقليم كيثينيس بإنجلترا وكذلك في بعض أجزاء من ساحل منطقة سيتون Scatton في ديفون شير Devonshire بجنوب غرب إنجلترا . وتبعاً لتعدد العوامل التي تؤثر في تشكيل المظهر الجيومورفولوجي للسواحل، ومدى تراجع الجروف والحوادث البحرية تنوعت الظواهر الجيومورفولوجية على طول سواحل القارات ، واختلف مظهرها العام من جزء إلى آخر تبعاً للظروف المحلية الخاصة بكل ساحل . وعند ما يعظم فعل تراجع الجروف للظروف المحلية خلفياً، تترك الجروف أمامها سهولاً أو مدرجات بحرية مستوية السطح (لوحة رقم ١٩) ، كما هو الحال بالنسبة للمدرجات البحرية في منطقة لاجولا ، بساحل كاليفورنيا .

وإذا كانت الجروف البحرية تتكون من طبقات صخرية صلبة مترابطة فوق صخور لينة ، سرعان ما تعمل الأمواج على نحت الصخور السفلي اللينة ، ومن ثم تكتشف مناطق الضعف الجيولوجي فيها ، وبمرور الزمن تتسع هذه التفتحات وتكون ظواهر خاصة مثل التجويفات البحرية والكهوف البحرية^(١) .

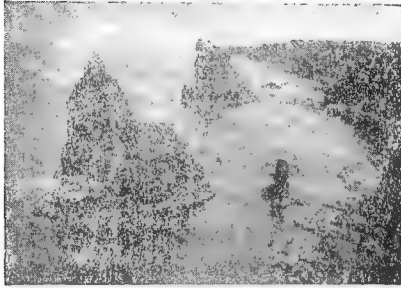
وقد تعمل الأمواج على استمرار نآكل الصخور اللينة ، ومن ثم يحتل توازن الصخور العليا الصلبة وتعرض لعمليات السقوط والانزلاق . وإذا تصادف أن تكونت فجوات متجاورتان في اتجاهين متضادين . فقد تعمل الأمواج على التحداهما ببعضها ، وتتكون ظاهرة القوس البحري Arch or Sea Bridge أما إذا اختل توازن أسقف القوس البحري ، وانهارت صخوره ، تنفصل أسنة الجروف الصخرية ، وتتكون المسلات البحرية Sea Stacks .

ومن أجل أسكال المسلات البحرية ، تلك التي تتكون في الطبقات الطباشيرية على طول بعض أجزاء من السواحل الغربية لجزيرة وايت Isle of Wight بإنجلترا

(1) Steers, J.A., "The sea Coast" London, 1953.

ب — حسن أبو المينين : أصول الجيومورفولوجيا — دار المعارف — الإسكندرية — ١٩٦٦
الطبعة الثالثة — مؤسسة الثقافة الجامعية — ١٩٧٦

وخاصة مملكة النيدل The Needles . والسلاسل البحرية التي تتكون في صخور
الحجر الرملي الأحمر القديم Old Red Sandstone ، على سواحل أوركني
Orkneys شمال إنجلترا ، وعند رأس دنسكاي ، باقليم كينيثس Caithness
بإنجلترا . (لوحة ٢٠) .



(لوحة ٢٠) مسلة بحرية انفصلت عن الجروف البحرية الجاورة والتي تتألف من الحجر الرملي
الأحمر القديم — رأس دنسكاي — اقليم كينيثس — إنجلترا

كما تتمثل المسلات البحرية أمام ساحل مدينة بيروت (لبنان) بأشكال
مختلفة ، وأكبرها حجماً تلك المعروفة باسم « الروشة » . وتظهر المسلات
البحرية كذلك على طول بعض أجزاء من السواحل الشمالية الغربية لجمهورية
مصر العربية ، وأشهرها المسلات البحرية أمام ساحل مرسى مطروح .
وفي شتاء عام ١٩٦٤ ، تعرضت قاعدة إحدى هذه المسلات الأخيرة لفعل

الأمواج الشديدة ، ومن ثم اختل توازنها وسقطت فوق أرضية البحر .

أما إذا كانت صخور الجروف البحرية تتميز بصلابها وعدم مساميتها ، وأن المادة اللاصقة للجزيئات هذه الصخور شديدة التماسك ، يقل بالتالى أثر فعل الأمواج في تعرية صخور الساحل ، ولكن مع هذا يستمر فعل التعرية بل ويظهر واضحاً على طول مناطق الضعف الجيولوجى التى تتمثل عادة فى فتحات الشقوق وأسطح الصدوع . وبمرور الزمن تنسع هذه الفتحات بفعل التعرية البحرية وتكون فجوات داخلية عميقة فى جوف الصخور .

من هذا العرض ؛ يتضح أن البحر يقوم بعدة عمليات مختلفة يشكل فيها الظواهر الساحلية من جهة ، وأرضية قاعه من جهة أخرى بل تبعاً لاختلاف مستوى سطح البحر وتذبذبه خلال العصور الجيولوجية المختلفة ، أدى ذلك إلى إختلاف أشكال البحار وطبيعة امتدادها واستمرار عمليات الصراع والتزاع بين اليابس والماء فى تشكيل سطح هذا الكوكب . وتقوم المياه نفسها وكذلك الأمواج والتيارات البحرية التى تحدث فيها بفعل الهدم أو النحت وينجم عن ذلك ميلاد ظواهر جيومورفولوجية متنوعة تشكل المظهر العام لساحل البحر . وتعمل الأمواج كذلك على نقل مفتحات صخور الشاطئ إلى أعماق المحيط حتى يترسب معظمها فوق أرضية كل من الرف والمنحدر القارى . وينجم عن حركة المياه الدائمة توزيع الإرسابات وإنتشارها فى الأعماق المختلفة تبعاً لحجم حبيبات هذه الرواسب من جهة والمصدر الذى تحملت أو تفتت منه من جهة أخرى . وفى الأعماق البعيدة يتشكل قاع المحيط برواسب الأوز الدقيقة الحجم . ويمس قبل الحديث عن الرواسب المختلفة التى تشكل أرضية البحار أن نشير إلى التصنيفات المختلفة التى رجحت لتمييز أنواع البوادل البحرية .

تصنيف السواحل البحرية

تبعاً لتنوع أشكال السواحل البحرية وتعدد العوامل التي أثرت في مظهرها الجيومورفولوجي العام يمكن القول أنه لم يرجع حتى الآن تقسيم جامع مانع يرهز إلى كل أنواع السواحل البحرية والتميز بين مجموعاتها المختلفة . ويمكن جمع التصنيفات المختلفة التي رجحت في هذا الصدد في مجموعتين رئيسيتين هما : -

ا - تصنيفات وصفية Descriptive Classification تخص بدراسة الظواهر الجيومورفولوجية الساحلية ، وتقسم مجموعات السواحل تبعاً لتنوع أشكال هذه الظواهر .

ب - تصنيفات وضعت على أساس اختلاف نشأة السواحل Gunetio Classification وقد عني معظم الباحثين عند دراستهم للسواحل ووضعهم أي تقسيم لها بالنقاط الهامة الآتية :

ا - الظواهر الجيومورفولوجية الساحلية التي تشكل الساحل والشطىء المجاور له .

ب - تذبذب مستوى سطح البحر ، والعلاقة بين ارتفاع مستوى سطح البحر وانخفاضه ، باليابس المجاور .

ج - العوامل البحرية المختلفة التي تعمل على تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية الساحلية خاصة ، والمظهر العام للساحل عامة .

وقد اعتمد الاستاذ سوس (Suess, 1888)⁽¹⁾ عند تصنيفه لسواحل البحار في كتابه « وجه الأرض » على أساس اختلاف الظواهر الجيومورفولوجية ومن ثم ميز نوعين رئيسيين من السواحل هما :

1 - Suess, E., "The face of the Earth", vol (H), 1888. English translation, 1960).

١ - سواحل المجموعة الأطلسية : Atlantic Type
وهي تلك التي تأثرت بمحدث حركات تكوينية نجم عنها تكوين محاور
ثنيات محدبة وأخرى مقعرة تمتد عمودية على خط الساحل .

ب - سواحل المجموعة الباسيفيكية : Pacific Type
وهذه تتميز بأن كلا من محاور الثنيات الصخرية المحدبة والمقعرة تمتد
موازية لخط الساحل نفسه . وقد اعتمد الجيولوجيون عند تصنيفهم للسواحل
البحرية خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر على أساس توالي اختلاف
مستوى سطح البحر والعلاقة المتبادلة بين السواحل واليابس المجاور . وقد
شملت معظم تصنيفاتهم مجموعتين رئيسيتين من السواحل هما :

أ - السواحل الظاهرة أو البارزة Emergence
ب - السواحل الغاطسة أو المغمورة Submergence
ومن أقدم كتابات هؤلاء الجيولوجيين هي أبحاث الأستاذ دانا Dana, J.D (١)
الذي رجع عام ١٨٤٩ أن نشأة ساحل خليج تاهيتي المتسع ترجع إلى حدوث
ارتفاع مستوى البحر والذي نجم عنه إنفجار الأراضي المجاورة وتكوين
خليج تاهيتي . وقد اهتم بعض كتاب القرن التاسع عشر خاصة ريشثوفن
Richthofen عام ١٨٨٦ (٢) ، ووليم موريس دافيز W.M. Davis عام
١٨٩٨ (٣) . وجيلفر Gulliver عام ١٨٩٩ (١) ، بدراسة كل من السواحل
البارزة وتلك الغاطسة وتحديد أهم الظواهر الجيومورفولوجية الساحلية التي
تميز كلا منها وذكر أمثلة تطبيقية لها في بعض أجزاء سواحل العالم المختلفة .

-
- 1 - Dana, J. D., "Geology, U. S. exploring expedition .", Philadelphia"
(1849).
 - 2 - Richthofen, F. von, "Fuhrer fur Forschungsreisende - Janecke,"
Hanover, 1886.
 - 3 - Davis, W. M., "Physical geography- Boston, 1898.
 - 4 - Gulliver, F. P., "Shoreline topography" Proc. Amer. Acad.,
Arts and Sci., 34 (1899), 151 - 258.

وفي عام ١٩٣٤ أهتم دالى R.A.Daly^(١) بدراسة مراحل تذبذب مستوى سطح البحر منذ بداية عصر البلايوسين وأثر ذلك في طبيعة نمو الحواجز والجزر المرجانية وامتدادها من ناحية وتكوين السواحل الظاهرة والفاطمة من ناحية أخرى . أما الأستاذ ديمارتون E. de Martonne فقد بنى تصنيفه للسواحل البحرية عام ١٩٠٩ على أساس إختلاف عوامل التعرية البحرية التي أثرت في تشكيل المظهر الجيومورفولوجي العام لهذه السواحل . وقد لاحظ ديمارتون كذلك أن هناك بعض أجزاء من السواحل تتميز بتشكيلها بعوامل نهائية بحرية متشابهة إلا أنها تتألف من ظاهرات جيومورفولوجية متباينة ، وعلى ذلك فقد رجع دورة تحتائية تمر بها معظم سواحل العالم خلال عمرها الجيولوجي الطويل^(٢) .

ويمكن أن نلخص أهم التصنيفات الأكثر شيوعاً في هذا الصدد فيما يلي :

أولاً - تقسيم جونسون D, W, Johnson

يعتبر هذا التقسيم الأساس الأول الذي كان يستخدم عند الحديث عن مجموعات السواحل منذ ظهوره عام ١٩١٩ ومازال يستخدم كذلك حتى الوقت الحاضر . وترجع أهمية هذا التقسيم إلى جمعه عديداً من السواحل المختلفة وأنه يقوم على أساس إختلاف نشأة السواحل^(٣) . وقد قسم جونسون سواحل البحار والمحيطات إلى ما يلي :

١ - السواحل الفاطمة أو المنفجرة Submergence Coasts

وهي تلك التي غطيت بمياه البحر تبعاً لارتفاع منسوبه من ناحية أو إنخفاض سطح الأرض من ناحية أخرى . وقد ينجم عن ذلك عدة أشكال ثانوية من السواحل تتمثل فيما يلي :

- 1 — Daly, R. A., "The changing world of the Ice Age", Yale Univ. Press 1934).
- 2 — de Martonne, E., "Traité de geographic Physique", Paris (1909).
- 3 — King, C. A. M., "Beaches and coasts" London, (1961), p. 235

١ - سواحل الرياس Ria Coasts ، وهي عبارة عن خليجان عميقة متجاورة ، ومن أحسن أمثلتها سواحل غرب أيرلند .

ب - سواحل الفيوردات Fjord Coasts ، ومنها سواحل غرب النرويج والساحل الجنوبي الغربي لشيلى .

٢ - السواحل الظاهرة أو البارزة Emergence Coasts

وهي تلك التى تتكون تبعاً لانخفاض منسوب سطح البحر وتراجعها خلفاً عن اليابس المجاور من ناحية ، أو تبعاً لارتفاع اليابس نفسه من ناحية أخرى .

٣ - السواحل المتعادلة Neutral Coasts

وهي عبارة عن مجموعة محايدة من السواحل لا ترجع نشأتها إلى أثر فعل الانخفاض منسوب سطح البحر أو ارتفاعه بل قد تمثل فيما يلى :

أ - سواحل الدلتاوات Delta Coasts .

ب - سواحل السهول المروحية Alluvial Plain Coasts

ج - سواحل السهول التى تشكلت بالفرشات الإرسائية Outwash Plain Coasts

د - سواحل البراكين Volcano Coasts .

هـ - سواحل الحواجز المرجانية Coral-reef coasts .

و - السواحل الصدعية Fault Coasts .

٤ - السواحل المركبة Compound Coasts

ويقصد بها تلك المجموعة من السواحل التى ترجع نشأتها إلى أكثر من عامل واحد من تلك العوامل التى سبق ذكرها .

يتضح من هذا العرض ، أن تقسيم جونسون قد بنى على أساس اختلاف نشأة السواحل ، ولكن إذا طبقت أسسه بكل دقة لتبين أن نحو ٦٥ ٪ من سواحل البحار والمحيطات تتبع المجموعة الأخيرة وحدها ، وهى السواحل

المركبة . فعلى الرغم أنه يمكن تمييز بعض مجموعات من السواحل الى قد توضع ضمن أى من مجموعتى السواحل الفاطسة أو البارزة إلا أن معظم أجزاء هذه السواحل قد تشكلت بدورها خلال عمرها الجيولوجى الطويل بعوامل مختلفة ، مما يجعلها أقرب إلى مجموعة السواحل المركبة . وقد أكد جونسون كذلك أن أهم ما يميز السواحل المرتفعة التى أشار إليها هو إستواء سطحها وانحدارها التدريجى البسيط صوب البحر المجاور . إلا أن بوتنام Putnam عام ١٩٣٧^(١) قد ميز هو الآخر بعض مجموعات من السواحل المرتفعة التى تتألف من سهول بحرية ذات انحدار شديد صوب البحر المجاور .

ثانيا - تقسيم شبرد E. P. Shepard

رجح شبرد هذا التقسيم عام ١٩٣٧^(٢) ، ثم عدل فيه بعض الشيء فى كتابه ١٩٤٨^(٣) وقد اعتمد شبرد فى تقسيمه على أساس اختلاف أشكال السواحل تبعاً لتأثرها بعوامل التعرية المختلفة وعلى ذلك ميز بين كل من السواحل التى تكونت بفعل عوامل تحاتية قارية Terrestrial Agencies وأخرى تشكلت بواسطة عوامل تحاتية بحرية Marine Processes . وبالتالى يمكن إعتبار هذا التقسيم ضمن تلك المجموعة التى صنف على أساس اختلاف عوامل التعرية التى تساهم فى تكوين السواحل . وقد ميز شبرد عدة مجموعات ثانوية أخرى من السواحل على أساس اختلاف نشأتها . وعلى الرغم من أن هذا التقسيم قد يتصف بالتعقد تبعاً لكثرة عدد المجموعات المختلفة من السواحل التى أشار إليها ، إلا أنه يعد كذلك أكثر تفصيلاً عن معظم التقسيمات الأخرى التى رجحت من قبل . ويمكن أن نلخص هذا التقسيم فيما يلى :

- 1 - Putnam, W. C., "The marine cycle of erosion for a steeply sloping shoreline of emergence" Jour. Geol., vol. 45 (1937). 844 - 850.
- 2 - Shepard, P. F. "Revised classification of marine shorelines" Jour Geol., vol. 45 (1937), 602 - 624
- 3 - Shepard, F. P., "Submarine geology, New York, 1948, (1948)

المجموعة الاولى :

(سواحل تشكلت بواسطة عوامل تآكلية قارية أو غير بحرية الأصل) .
وتشمل :-

١ - سواحل ترجع نشأتها الى عوامل التعرية الهوائية والانغمار ، ومنها :

أ - سواحل الرياس على طول ساحل دالماتيا وسواحل جنوب غرب
أيرلند .

ب - سواحل غاطسة بفعل التعرية الجليدية .

٢ - سواحل ترجع نشأتها الى فعل الارساب القاري ؛ ومنها :

أ - سواحل تكونت بمساعدة الإرسابات النهرية والرواسب الفيضية
المروحية .

ب - سواحل تكونت بمساعدة الإرسابات الجليدية .

ج - سواحل تكونت بمساعدة الرياح .

د - سواحل تكونت تبعاً لتجمع النباتات الطبيعية مثل سواحل غابات
المانجروف .

٣ - سواحل ترجع نشأتها الى فعل الثورات البركانية ؛ ومنها :

أ - سواحل تكونت تبعاً لحدوث الانفجارات البركانية .

ب - سواحل تكونت تبعاً لتجمع اللايا والمصهورات البركانية .

٤ - سواحل ترجع نشأتها الى حدوث بعض الحركات التكتونية الفجائية ومنها :

أ - سواحل تكونت تبعاً لحدوث حركات التصدع .

ب - سواحل تكونت تبعاً لحدوث حركات الرفع التكتونية .

المجموعة الثانية :

سواحل تشكلت بواسطة عوامل تحاتية بحرية ، وتشمل : —

١ - سواحل ترجع نشأتها الى اثر عوامل التعرية البحرية :

مثل تلك التى تتكون تحت أقدام الجروف البحرية ، تبعاً لاستمرار تراجعها الخلفى .

٢ - سواحل ترجع نشأتها الى اثر فعل عوامل الارساب البحرى ، ومنها :

١ - سواحل تتميز ببعض الظواهرات الجيومورفولوجية الساحلية التى تتمثلن فى الجسور والألسنة البحرية تبعاً لتراكم الرواسب .

ب - سواحل تتألف من المستعمرات المرجانية والحواجز المرجانية .

وقد فضلت الأستاذة كاكاين كينج C. A. M King فى كتابها عام ١٩٩١^(١) تصنيف شبرد عن غيره من التصنيفات الأخرى، ذلك لأنها اعتبرته تقسماً جامعاً لمعظم الأنواع المختلفة من سواحل العالم المعروفة .

ثالثاً - تقسيم كوتون C. A. Cotton

رجع الأستاذ كوتون تقسيمه فى بداية عام ١٩١٨^(٢) ، ثم عدل فيه بعض الشئ عام ١٩٥٢^(٣) وتبعاً لاختلاف حركة السواحل ومدى ثباتها أو استقرارها جيولوجياً ، ميز مجموعتين رئيسيتين من الساحل هما :

١ - سواحل فى مناطق مستقرة جيولوجياً .

1 - King. C. A. M., (Beaches and Coasts,) London, (1961), p. 238.

2 - Cotton, G. A., (The outline of New Zealand ...) Geog. Rev., vol. 9 (1918) 320 - 340.

3 - Cotton, C. A., (Criteria for the classification of coasts), 17 th Int. Geog. Cong., Abs. of Papers. (1952), n. 15.

ب - سواحل في مناطق غير مستقرة جيولوجياً .

وقد اعتمد في معظم الأدلة التي حقق فيها آراءه على مشاهداته الحقلية لأجزاء سواحل نيوزيلند المختلفة حيث تتميز بعض هذه السواحل بعدم استقرارها جيولوجياً بعد ، بينما لا يفتاب بعضها الآخر في الوقت الحاضر أى حركات جيولوجية . وأهم ما يميز هذه المجموعة من السواحل هو أن السواحل في المناطق المستقرة جيولوجياً تتأثر بتذبذب مستوى سطح البحر (خاصة منذ عصر البلايوسين حيث ارتفع منسوب سطح البحر نحو ٣٠٠ قدماً حتى الوقت الحاضر تبعاً لذوبان الجليد) ، بينما تتشكل الأخرى تبعاً لحركات رفع اليابس أو هبوطه عن البحر المجاور . وقد أكد كوتون كذلك أنه ليس من الضروري أن تكون السواحل في المناطق المستقرة جيولوجياً سواحل غاطسة ، كما وأنه ليست كل السواحل في المناطق غير المستقرة جيولوجياً سواحل بارزة . وقد ميز عدة مجموعات أخرى ثانوية تدخل في نطاق كل من هاتين المجموعتين كما يتضح فيما يلي :

أولاً - سواحل المناطق المستقرة جيولوجياً *Coasts of stable regions*

وقد تأثرت أجزاء كبيرة من هذه السواحل بارتفاع منسوب سطح البحر منذ نهاية عصر البلايوسين حتى الوقت الحاضر تبعاً لذوبان الجليد وتشمل :

١ - سواحل تتشكل بظواهرات جيومورفولوجية تدل على أثر إنفجارها بمياه البحر حديثاً .

ب - سواحل تتشكل بظواهرات جيومورفولوجية تدل على أثر إنفجارها بمياه البحر في فترات جيولوجية سابقة .

ج - سواحل أخرى متنوعة مثل سواحل البراكين وسواحل الفيوردات .

ثانياً - سواحل المناطق غير المستقرة جيولوجياً *Coasts of mobile regions*

وهي عبارة عن سواحل مركبة تتأثر بحركات تكتونية خافية كما قد

تتأثر كذلك بذبذب منسوب سطح البحر وتشتمل :-

١ - سواحل تشكلت حديثاً بأثر فعل إنغمار البحر « مها كان سبب هذا الإنغمار » .

ب - سواحل تشكلت حديثاً بتعرضها لحركات تكتونية فجائية أدت إلى إرتفاع اليابس نفسه .

ج - سواحل تشكل بفعل حركات التصدع .

د - سواحل أخرى متنوعة - مثل سواحل البراكين وسواحل الفيوردات .
يتضح من هذا العرض أن تقسيم كوتون يشابه تقسيم جونسون من حيث إعتماده على أساس مدى اختلاف العوامل التي أدت إلى تشكيل الظواهر الساحلية

رابعا - تقسيم فالنتين H. Valentin

أعتمد الأستاذ فالنتين في تصنيفه الذي رجحه عام ١٩٥٢^(١) للسواحل على مدى تقدمها أو تراجعها عن البحر المجاور وتبعاً لتنوع العوامل التي تؤدي إلى تقدم الساحل أو تراجعها ميز فالنتين عدة مجموعات أخرى ثانوية من السواحل وتمثل فيما يلي :

أولاً - السواحل التي تتقدم في الوقت الحاضر advancing Coasts
ومنها :-

١ - سواحل أرتفعت حديثاً .

ب - سواحل تبني حديثاً بفعل أى أو كل من :-

١ - تجمع بعض الكائنات الحية مثل سواحل المانجروف وسواحل الخواجز المرجانية .

1 - Valentin. H., (Die Kuste der Erde), Petermanns Geog. Mitt. Ergänzungsheft (1952), 246

١ - تراكم الرواسب البحرية مثل بناء الحواجز والجسور والألسنة البحرية .

٣ - تراكم الرواسب القارية أمام الساحل مثل رواسب الأنهار والدلتاوات والثلاجات .

ثانياً - السواحل التي تتراجع في الوقت الحاضر Coasts which are retreating

١ - سواحل غاطسة أو تنغمر بمياه البحر في الوقت الحاضر ومنها :

١ - سواحل تغطس بفعل أثر الجليد وتظهر على شكل سواحل القيوردات .

٢ - سواحل غاطسة تبعاً لميوط بعض أجزاء من الدلتاوات والأجزاء الدنيا من الأودية النهرية .

ب - سواحل تتراجع تبعاً لتراجع الجروف البحرية خلفياً نحو اليابس بحيث تعمل الأمواج على استمرار نقل المفتتات الصخرية بعيداً عن أقدام الجروف البحرية .

الفصل الخامس عشر

الرواسب فوق قاع البحار والمحيطات

تتشكل أرضية البحار والمحيطات بفعل الإرساب بدرجة أعظم بكثير من تأثيرها بفعل التعرية ، بل ويكاد ينحصر فعل العامل الأخير على منطقة خط الساحل نفسه ، أما أثر فعل الإرساب فيظهر في كل أجزاء قاع المحيط سواء أكانت ضحلة أو عظيمة العمق . ويترسب فوق قاع البحار أنواع مختلفة من الرواسب التي تذروها الرياح خاصة من الرمال وأتربة البراكين ، وكذلك المواد التي تصبها الأنهار والتلajات ، هذا بالإضافة إلى تجمع الرواسب العضوية تبعاً لاندثار الكائنات البحرية وتوالي عمليات تراكم قشورها ، وبذا تتكون طبقات إرسابية عظمى فوق قاع المحيط .

ويتأثر التوزيع الجغرافي لأنواع الرواسب المختلفة فوق قاع البحار والمحيطات تبعاً لاختلاف أعماق مياه البحر . فتترتب الرواسب المخشنة بالقرب من الشاطئ ، ثم تليها تلك المواد الأقل خشونة والتي تتميز حببيتها بأنها أقل حجماً ، ومن ثم تتألف الحواف الحدية الهامشية للرفرف القارى من رواسب دقيقة ناعمة . وتساعد دراسة تصنيف هذه المجموعات من الرواسب وتمييز كل منها على تحديد العوامل التي أدت إلى تكوينها وإرسابها من ناحية، وخصائص البيئة الطبيعية التي تتجمع فيها هذه الرواسب من ناحية أخرى .

تصنيف الرواسب البحرية

يقسم الباحثون الرواسب فوق قاع البحار والمحيطات تبعاً لاختلاف الأعماق التي تتراكم عندها إلى مجموعتين رئيسيتين هما : -

- ب - رواسب المياه الضحلة القريبة من الشاطئ *Shallow-water sediments*
ا - رواسب المياه العميقة في البحار المفتوحة

Open-sea or deep-water sediments

وبما يعترض هذا التقسيم أن هناك تداخلاً بين الرواسب المختلفة بحيث من الصعب تمييزها في نطاقات محددة ناتجة ، هذا فضلاً عن تكوين مسطحات مائية ضحلة قد تبعد عن الشاطئ بمسافات بعيدة . ومن ثم رجح البعض الآخر تقسيم الرواسب البحرية تبعاً لاختلاف نشأتها والمصادر التي اشتقت منها إلى قسمين رئيسيين هما : -

- ا - الرواسب القارية *Terrigenous materials* .

ب - الرواسب العضوية *Organic materials*

وترمز المجموعة الاولى من الرواسب الى تلك المواد التي تصبها الانهار والثلجات وترسبها الرياح ، بينما ترمز المجموعة الثانية من الرواسب الى تلك التي تتجمع تبعاً لتراكم قشور الكائنات البحرية واصداؤها . هذا على الرغم من أن بعض الرواسب العضوية فوق قاع البحر قد تكون من أصل قاري كذلك أما الرواسب العضوية التي من أصل بحري ، فهذه ترسب عادة في الأعماق البعيدة وفي المسطحات المائية المفتوحة ويطلق عليها تعبير *Pelagic sediments* وعلى الرغم من عظم إنتشار هذه المجموعة الأخيرة من الرواسب إلا أنه من السهل نسبياً تمييز نطاقاتها المختلفة وتصنيفها الى مجموعات ثانوية ، وذلك بخلاف الرواسب التي تتمثل فوق قاع البحر الضحل القريب من الشاطئ التي تتميز بدخولها وامتزاجها ببعضها ، هذا إلى جانب تنوع مصادرهما وأشكالها .

أولاً - رواسب المياه العميقة في البحار المفتوحة

Pelagic Sediments.

وتنقسم بدورها إلى مجموعتين مختلفتين هما : -

المجموعة الأولى

الرواسب العضوية. Organic Deposits.

يطلق على مجموعة الرواسب التي تزيد فيها نسبة المواد العضوية عن ٣٠٪ من جملة حجم الرواسب تعبيراً عن رواسب الأوز Ooze ، وتنقسم الباحثون هذه الرواسب الأخيرة بدورها إلى مجموعات ثانوية تبعاً لاختلاف تركيبها الكيميائي من ناحية وتنوع الكائنات العضوية التي تشكلها من ناحية إلى ما يلي : -

(١) مجموعة الأوز الجيري أو الكلسي Calcareous Oozes

وتبلغ نسبة كربونات الكالسيوم في هذه المجموعة أكثر من ٣٠٪ ، وتتركب من كائنات حيوانية ونباتية دقيقة الحجم جداً ، ومن ثم يمكن تمييز ثلاث مجموعات ثانوية تنتمي إلى هذه المجموعة وهي : -

١ - الأوز الجلوبيجريني Globigerina Ooze

٢ - الأوز البتروبودي Pteropod Ooze

٢ - الأوز الكوكوليثي Coccolith Ooze

(ب) مجموعة الأوز السليكي Siliceous Ooze

ويتميز آوز هذه المجموعة بارتفاع نسبة السليكات في تكويناته ، ويرجع مصدرها إلى إندثار الهياكل السليكية للكائنات البحرية المختلفة وبعض كائنات البلاكتون الدقيقة الحجم ذات القشور السليكية . ويمكن تمييز مجموعتين من آوز هذه الرواسب هما : -

١ - الأوز الدياتومي Dintom Ooze

٢ - الأوز الراديوليري Radiolaria Ooze

المجموعة الثانية

الرواسب غير العضوية Inorganic deposits

ويقصد بها كل المواد الأخرى التي تتجمع فوق أرضية المحيط في الأعماق البعيدة وليست من أصل عضوي . وتبعاً لبعدها العظيم عن خط الساحل ، فقد تميزت هذه الرواسب بدقة حجم جزيئاتها ، ومن ثم يغلب عليها الصفة الصلصالية أو القرينية وتعد رواسب الصلصال الأحمر Red Clay أهم رواسب هذه المجموعة وأعظمها إنتشاراً .

ثانياً - رواسب المياه الضحلة القريبة من الشاطئ

Shallow - Water Sediments

على الرغم من ضحولة المسطحات المائية في هذه المناطق إلا أنه تبعاً لكونها منطقة الالتقاء بين اليابس والماء ، تنوعت فيها أشكال الرواسب واختلفت من حيث مصادرها ونشأتها وخصائصها . فبعض هذه الرواسب قد تكون عضوية النشأة تبعاً لاندثار المحار والقواقع والأصداف البحرية ، إلا أن الجزء الأكبر منها يعد رواسب قارية النشأة سواء أكانت عضوية أو غير عضوية حيث تجلبها الأنهار والتلججات والرياح إلى البحر وتختلف أشكال هذه الرواسب وتكويناتها تبعاً لمدى قربها أو بعدها من خط الساحل وعوامل التعرية المختلفة التي ساهمت في نشأتها وتجمعها ، ومن ثم يمكن تمييز ثلاثة نطاقات مختلفة من الرواسب هي :-

١ - رواسب المنطقة الشاطئية : Littoral zone

٢ - رواسب الرفارف القارية . Neritic zone

٣ - رواسب المنحدر القاري : Zone of the continental slope

ويمكن تمييز المواد المختلفة التي تتألف منها رواسب المياه الضحلة القريبة من الشاطئ، تبعاً لاختلاف حجم حبيباتها إلى ما يلي : —

١ — الرمال Sand

نحو $\frac{1}{80}$ من المواد التي يطلق عليها تعبير « رمال » يزيد قطر حبيباتها عن ٦٢ ميكرون (الميكرون Microns ، وحدة قياسية تعادل $\frac{1}{1000}$ من المليمتر). وبهذا تتنوع الرمال تبعاً لاختلاف حجم حبيباتها إلى المجموعات التالية : —

- الرمال الخشنة جداً قطر حبيباتها من ١٠٠٠ — ٢٠٠٠ ميكرون .
- الرمال الخشنة قطر حبيباتها من ٥٠٠ — ١٠٠٠ ميكرون .
- الرمال المتوسطة الخشونة قطر حبيباتها من ٢٥٠ — ٥٠٠ ميكرون .
- الرمال الدقيقة قطر حبيباتها من ١٢٥ — ٢٥٠ ميكرون .
- الرمال الدقيقة جداً قطر حبيباتها من ٦٢ — ١٢٥ ميكرون .

٢ — الرمال الغرينية Silty-Sand

ونحو ٥٠ إلى $\frac{1}{80}$ من هذه الرواسب يبلغ متوسط قطر حبيباتها أكثر من ٦٢ ميكرون .

٣ — الغرين الرملية Silty Sand

- ١ .. نحو $\frac{1}{50}$ من تكويناته يبلغ متوسط قطر حبيباتها أكثر من ٥٠ ميكرون .
- وبـ نحو $\frac{1}{20}$ من تكويناته يبلغ متوسط قطر حبيباتها أكثر من ٦٢ ميكرون .

٤ — الطين الغريني Silty Mud

- أكثر من $\frac{1}{50}$ من تكويناته يبلغ متوسط قطر حبيباتها أكثر من ٥٠ ميكرون .
- وبـ أقل من $\frac{1}{20}$ من تكويناته يبلغ متوسط قطر حبيباتها أكثر من ٦٢ ميكرون .

• - الطين الصلصالي Clayey Mud

أقل من ٥٠ ٪ من تكويناته يزيد متوسط قطرها عن ٥ ميكرون .
 أما اذا تميزت الرواسب بعظم خشونتها وتميزت حبيباتها بكون حجمها نسبياً
 كما يحدث عادة على الشواطئ الحصوية وكذلك عند الحواف الحدية الهامشية
 للارطاف القارية التي تشكلت بالجليد، فيمكن تميز الأنواع الآتية من الرواسب :
 ١ - رواسب الجلاميد boulders ويبلغ متوسط حبيباتها أكثر من ٢٥٦ ملم
 ٢ - رواسب الرط والحصباء cobbles ويتراوح متوسط حبيباتها فيما بين
 ٦٤ - ٢٥٦ ملم

٣ - رواسب الحصى pebbles ويتراوح متوسط حبيباتها فيما بين ٦٤-٤ ملم
 وقد لوحظ كذلك أن سرعة إندفاع حبيبات هذه المواد تختلف تبعاً لاختلاف
 أحجامها، وعلى إعتبار أن كتلة المياه ثابتة وأن درجة حرارتها ٢٠° م ،
 فيمكن أن نوضح مدى اختلاف سرعة إندفاع حبيبات المواد المختلفة من الرواسب
 في البحار والمحيطات في الجدول الآتي :-

| نوع المواد | متوسط قطر احبيبات (ميكرون) | متوسط سرعتها (متراليوم) |
|-----------------------|---------------------------------|-------------------------|
| ١ - رمال ناعمة . | — | ١٠٤٠ |
| ٢ - رمال ناعمة جداً . | — | ٣٠١ |
| ٣ - غرين . | ٣١٥٢ | ٧٥٥٢ |
| ٤ - غرين . | ١٥٥٦ | ١٨٥٨ |
| ٥ - غرين . | ٧٥٨ | ٤٥٧ |
| ٦ - غرين . | ٣٥٩ | ١٥٢ |
| ٧ - صلصال . | ١٥١٥ | ٥٥٣ |
| ٨ - صلصال . | ٥٥٩٨ | ٥٥٧٤ |
| ٩ - صلصال . | ٥٥٤٩ | ٥٥١٧ |
| ١٠ - صلصال . | ٥٥٢٥ | ٥٥٠٤ |
| ١١ - صلصال . | ٥٥١٢ | ٥٥٠١ |

ويلاحظ من دراسة الجدول السابق أن الرمال الناعمة تنقل عادة إلى مسافات بعيدة داخل البحر نفسه وقد تبعد مئات من الأميال قبل أن ترسب فوق قاع المحيط . هذا على الرغم من أن المواد الصلصالية تنقل ببطء شديد إلى جوف البحار والمحيطات . أما المواد الخشنة فهذه سرعان ما ترسب قبل غيرها إلا أن بعض منها قد ينقل كذلك إلى هذه الأعماق البعيدة بواسطة فعل الدوامات المائية Turbidity currents .

وقد تقسم الرواسب الشاطئية كذلك تبعاً لاختلاف مصادرها ونشأتها إلى :-
رواسب دلتاوية - رواسب خليجية - رواسب جليدية - رواسب مرجانية ورواسب بركانية .

المميزات العامة للرواسب البحرية وتوزيعها الجغرافي

يتضح مناسبق بأن الرواسب البحرية تتنوع تبعاً لاختلاف أعماق المسطحات المائية من جهة ، ومدى بعدها عن خط الساحل من جهة أخرى . ومن ثم يمكن ان نتبع هذا التقسيم العام والأعظم شيوعاً والذي فيه تصنف مجموعات الرواسب إلى :-

أولاً : رواسب المياه العميقة في البحار المفتوحة .

ثانياً : رواسب المياه الضحلة القريبة من الشاطئ .

وينحصر الحديث التالي بدراسة مجموعات هذه الرواسب ، وتحديد خصائصها المورفولوجية العامة والبيئة البحرية التي تتكون فيها .

أولاً - رواسب المياه العميقة في البحار المفتوحة

وهذه تشمل مجموعتين مختلفتين من الرواسب هما :-

المجموعة الأولى : رواسب الآوز العضوية .

للمجموعة الثانية : الرواسب غير العضوية .

المجموعة الأولى: رواسب الآوز العضوية

تمثل رواسب الآوز العضوية نسبة كبيرة من الرواسب التي تراكم فوق قاع المحيطات الحقيقية *true oceanic basins* ، وترسب في البحار المفتوحة بعيدة عن خط الساحل وتتنوع خصائص هذه الرواسب تبعاً لنوع الكائنات التي تدخل في تركيبها . ومن ثم يمكن تصنيف رواسب الآوز العضوية إلى مجموعتين رئيسيتين ، تتركب الأولى من المواد الجيرية بينما تتألف الثانية أساساً من المواد السليكية .

(أ) مجموعة الآوز الجيري أو الكلسي Calcareous Ooze

تتراوح نسبة كربونات الكالسيوم في رواسب هذه المجموعة من ٥٠-٩٠٪ ولا تقل عن ٣٠٪ . ونضم هذه المجموعة عدة مجموعات ثانوية من الرواسب منها :-

(١) رواسب الآوز الجلوبيجيني :

وبعد هذا الآوز من أكثر رواسب البحار العميقة إنتشاراً فوق القاع ، ويتكوّن تبعاً لتجمع هياكل الفورامينيفرا الجيرية أو الكلسية وكائنات البلانكتون والجلوبيجربس (التي تظهر على شكل خلايا دائرية وردية) . وتتراوح نسبة كربونات الكالسيوم التي تتمثل في هذه الرواسب من ٧٥-٩٨٪ ، وكان متوسط نسبتها في خمس عينات مختلفة أخذت من فوق قاع المحيط الهادئ نحو ٨٢٪ من مجموع جملة المواد المختلفة التي تدخل في تركيب الآوز الجلوبيجيني . وتتميز هذه الرواسب بأنها غير منسقة الترتيب *badly sorted* ، ويبلغ متوسط قطر حبيباتها نحو ٦٥ ميكرون ، ولكن قد تختلط بها بعض الرواسب ذات الحبيبات الخشنة التي قد تشبه ذرات الرمال ومتوسط قطر حبيباتها قد يبلغ نحو ١٠٠ ميكرون .

ويشترط بعض الكتاب على أن نسبة تكوينات الفورامينيفرا في هذه الرواسب

يجب ألا تقل عن ٣٠٪ وعلى أى حال فإن نسبة كربونات الكالسيوم لا تعتبر نسبة ثابتة بهذه الرواسب إذ أنها تختلف من مكان إلى آخر. ففي بعض الرواسب قد تبلغ نحو ٤٠٪ بينما قد تصل في بعضها الآخر إلى نحو ٩٠٪. ويرجع إختلاف نسبة كربونات الكالسيوم بالآوز الجلوبجريني إلى مدى فعل التحلل الكيميائي لقشور البلاكتونون وغطاءات الفورامنيفورا. ويمكن القول بأنه في الأعماق الضحلة نسبياً تتجمع عادة نسبة كبيرة من كربونات الكالسيوم ذلك لأن الخلايا الدقيقة الحجم جداً والتي لا تتعرض للذوبان بسرعة هي التي تنحدر إلى الأعماق البعيدة من المحيطات. ومن ثم فمن النادر أن تلاحظ رواسب الآوز الجلوبجريني على أعماق أبعد من ٥٥٠٠ متراً ويغلب على هذه الرواسب اللون الأبيض وأحياناً قد يميل اللون إلى الأصفرار. وقد أوضح الأستاذ سفردرب Sverdrup et al عام ١٩٤٦، بأن نسبة كل من الكائنات البحرية والجزر في هذه الرواسب تزداد بالمسطحات المائية المدارية وتقل كلما اتجهنا شمالاً أو جنوباً صوب مياه القطبين الباردة.

(٢) رواسب الآوز البتروبودى :

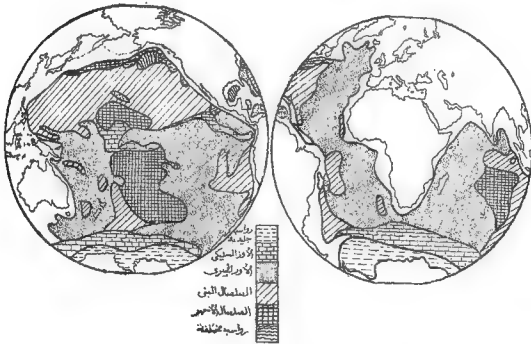
وتتألف هذه الرواسب أساساً من كائنات البتروبودى والتي لا تقل نسبتها عن ٣٠٪ من الحجم الكلى للرواسب، ومع ذلك فتمتيز هذه الكائنات بانتشارها وظهورها في الرواسب وذلك يرجع إلى عظم حجمها نسبياً عن غيرها من الكائنات البحرية الأخرى. وتمتيز رواسب الآوز البتروبودى بارتفاع نسبة الجزر إذ تتراوح فيها بين ٥٠ - ٩٠٪، وقد يبلغ متوسط نسبة الجزر فيها نحو ٨٠٪. وتنتشر هذه الرواسب فوق قاع البحر في الأعماق التي تتراوح بين ١٥٠٠ - ٣٠٠٠ م، إلا أن أعظم نسبة للجزر في هذه الرواسب تتمثل عند خط عمق ٢٠٠٠ المتساوى.

(٣) رواسب الآوز الكوكوليثى :

تتألف هذه الرواسب هي الأخرى أساساً من صكائنات الكوكوليث

Coccolithophoridae الدقيقة الحجم، وهي من الندرة في الحقيقة لدرجة من الصعب حتى الوقت الحاضر الحديث عن خصائصها وتوزيعها الجغرافي فوق قاع البحار والمحيطات بشيء من التفصيل. وما رالت المعرفة عن طبيعة هذه الرواسب في حاجة إلى المزيد من البحث والدراسة.

وكما يتضح في شكل ٦٣ أن أجزاء واسعة من قاع المحيط الأطلسي مغطاة بالأوز الجيري وذلك يرجع إلى طبيعة أعماق مياهه المتوسطة، إذا ما قورنت بأعماق كل من المحيط الهادئ والهندي البعيدة. ومن ثم فتغطي تكوينات الأوز الجيري نحو ٦٧٥ ٪ من مساحة قاع المحيط الأطلسي ونحو ٥٤٣ ٪ من مساحة قاع المحيط الهندي ونحو ٣٦٢ ٪ من مساحة قاع المحيط الهادئ.



(شكل ٦٣) أنواع الرواسب فوق قاع البحر والمحيطات

(ب) مجموعة الآوز السليكي Siliceous Oozes

وتظهر أهمية الآوز السليكي في المسطحات المائية التي تقل فيها نسبة تراكم أو تجمع كربونات الكالسيوم، وكذلك عندما تزداد درجة ذوبان القشور الجيرية لبعض الكائنات البحرية بالمياه عن نسبة تجمعها ، فوق قاع المحيط . وأهم أنواع رواسب هذه المجموعة هما الآوز الدياتومي والآوز الراديوليري .

(١) الآوز الدياتومي :

يتكون الآوز الدياتومي أساساً من كائنات الدياتوم التي هي عبارة عن طحالب سليكية لها نفس خصائص البلاكتون ، بل ويعتبرها بعض الكتاب من ضمن عائلة الفيتوبلانكتون . وتشغل هذه الرواسب معظم أرضية المحيط الهادئ خاصة في النصف الشمالي منه ، وفي المناطق التي تتميز بالتيارات الهابطة حيث يصبح من السهل إذابة كربونات الكالسيوم في المياه بينما تترسب السايكا فوق القاع . وتزدهر كائنات الدياتوم بالقرب من السطح حيث تتوفر المواد الغذائية خاصة في مياه العروض العليا .

وأهم ما يميز رواسب الآوز الدياتومي عن مجموعة الآوز الجيري ، هو ترتيب الطبقات الأرسائية وتناسقها better sorted ، وتدخل معظم المواد التي تتألف منها ضمن نطاق الغرين Silts تبعاً لحجم حبيباتها الصغير . وعلى الرغم من أن تكوينات السليكا تغلب على هذه المجموعة من الرواسب إلا أن الأخيرة قد تحتوي على بعض التكوينات الأخرى من كربونات الكالسيوم والتي قد تتباين نسبتها من ٢ — ٤٠٪ ، كما وقد تشتمل كذلك على بعض المعادن الأخرى بنسب تختلف من ٣ — ٢٥٪ وقد يكون مصدر هذه المعادن قريباً حيث تقوم بعملية نقلها عادة جبال الثلج العائمة في العروض القطبية والباردة .

(٢) الآوز الراديوليرى

على الرغم من أن تكونات هذا الآوز تتميز بارتفاع نسبة السليكا، إلا أنه يكون فوق قاع المسطحات المائية في العروض المدارية وبمعظم إنتشاره كذلك في المناطق التى يكثر فيها ذوبان الجير وتحله بالقرب من القاع . وتعد غطاءات كائنات الراديوليرا وقشورها السليكية هى المصدر الأساسى للسليكا . وتتميز هذه الكائنات بأشكالها الهندسية الرائعة (شكل ٦٧) ، وتحمل الأجزاء الجيرية من قشورها بالتدرج بينما تبقى الأجزاء السليكية لتكون الآوز الراديوليرى . وتعرف الرواسب بهذه التسمية الأخيرة ، إذا كانت نسبة كائنات الراديوليرا لا تقل عن ٢٠ ٪ . وتتراوح نسبة هذه الكائنات في رواسب الآوز الراديوليرى العادية من ٦٠ - ٧٤ ٪ . وتعد هذه الرواسب أقل رواسب البحار العميقة المفتوحة pelagic deposits احتواء للمواد الجيرية حيث من النادر أن تزيد نسبة الجير فيها عن ٢٠ ٪ . ويغلب على هذه الرواسب اللون البنى الداكن أو لون الصلصال الأحمر .

ومن الجدير بالذكر أنه قد عثر على بعض رواسب الراديوليرا فوق أرض اليابس على شكل حفريات في الطبقات الصخرية التى تتبجح كل من العصر الديفونى والكربونى فى أستراليا . وبلغ سمك هذه الرواسب نحو ٣٠٠ مترأ . ولكن رجح معظم الجيولوجيين بأن رواسب الراديوليرا فى هذا الموقع الأخير قد تكونت فى مياه ضحلة قريبة من الشاطئ ، ومن الصعب إعتبارها رواسب تكونت فى بحار مفتوحة . وهذا وتنتشر رواسب الآوز السليكى فوق قاع المحيط الهادى خاصة فى الأعماق البعيدة ويمكن تمييز ثلاثة نطاقات تشمل : -

١ - الآوز الدياتومى السليكى الذى يمتد على شكل نطاق عظيم عند الحواف الهامشية الشمالية للمحيط الهادى فيما بين أمريكا الشمالية شرقا وشمال شرق آسيا غرباً (شكل ٦٣) .

ب - الآوز الدياتومى السليكى فى الجنوب ويمتد على شكل نطاق طولى فى المياه الباردة إلى الشمال مباشرة من قارة أنتاركتكا .

ج - الآوز الراديو ليرى السليكي ويمتد على شكل لسان عرضي في المسطحات المائية المدارية ويمتد فيما بين دائرة عرض 0° ، 10° شمالاً في شرق المحيط الهادى

وتقل نسبة الآوز السليكي في المحيط الأطلسى بينما تزداد نسبياً عند الأطراف الجنوبية من المحيط الهندى . وتشغل تكوينات الآوز السليكي في المحيط الهندى نحو 20% من جملة مساحة قاعه ، وفي المحيط الهادى نحو 14% ، بينما تبلغ في المحيط الأطلسى نحو 6% من جملة مساحة قاعه . (شكل ٦٣) .

المجموعة الثانية : الرواسب غير العضوية في البحار العميقة المفتوحة

تتغطى مساحات واسعة من أرضية المحيط الهادى (تكااد تبلغ نحو نصف مساحته) بـرواسب غير عضوية يطلق عليها اسم الصلصال الأحمر Red Clay . ويعظم إنتشار هذه الرواسب في المسطحات المائية التي تتحلل فيها المواد العضوية بسرعة وتذوب في المياه قبل أن ترسب فوق القاع . ومن ثم تعطى الفرصة لتراكم الذرات المختلفة التي لا تتأثر بعملية الذوبان . وتتركب حبيبات الصلصال الأحمر من ذرات دقيقة الحجم جداً ، إذ تدخل نحو 82% من تكويناته ضمن مجموعة الصلصال Clay grade ، بينما تعتبر النسبة الباقية وهي 17% من ضمن مجموعة الغرين Silt grade . وتتميز رواسبه كذلك بأنها منسقة ومرتبطة فوق بعضها Well sorted . وتختلف تكوينات الصلصال الأحمر من مكان إلى آخر تبعاً لطبيعة الظروف المحلية التي تكونت خلالها والأزمنة الجيولوجية التي نشأت فيها . فبعض رواسب الصلصال الأحمر لا تحتوى على أى رواسب من كربونات الكالسيوم بينما قد تصل نسبة هذه المواد الأخيرة في بعض رواسب الصلصال الأحمر لنحو 3% . ويمكن القول أن متوسط

نسبة كربونات الكالسيوم في رواسب الصلصال الأحمر تتراوح عادة من ٧ - ١٠ ٪ . ونفس الوضع بالنسبة لبقايا السليكا ، إلا أن نسبتها تتراوح عادة فيما بين ٧ - ١٠ ٪ . وقد تصل أحياناً إلى ٥ ٪ .

وأهم ما يميز رواسب الصلصال الأحمر كذلك هو لونه الأحمر أو البني الداكن الذي يشبه لون « الشكولاته » ، كما وأن حبيباته دقيقة الحجم جداً . ويعزى هذا اللون إلى إرتفاع نسبة الأكاسيد وخاصة أكسيد المنجنيز . وبدخل في تركيب هذه الرواسب نسبة كبيرة من المواد الصلصالية وبعض الأنزبة البركانية التي كانت تظن قديماً بأنها تميز الجزء الأكبر من رواسب الصلصال الأحمر . وقد تبين أن هذه الرواسب من أصل قاري وحملت بواسطة الرياح وعوامل النقل الأخرى إلى مياه البحار ، ثم نقلت بدورها إلى الأعماق البعيدة بمساعدة التيارات البحرية وحركة المياه .

وكثيراً ما توجد بعض العقد المنجنيزية *Manganese nodules* والمعادن الأخرى مثل النيكل والكوبلت مرسبة مع الصلصال الأحمر فوق قاع المحيط الهادئ (لوحه ٢٤) ونعاً للدراسات التي أجراها الأستاذ شيبك Shippek عام ١٩٦٠ باستخدام التصوير المائي في الأعماق البعيدة تبين أن هذه العقد المعدنية تتكون في رواسب الصلصال الأحمر على عمق ٤٥٠٠ م (١٤٧٥٠) قدم في شرق المحيط الهادئ ، كما انضغ في هذه الصور كذلك تكوين ظاهرات تموجات التيارات فوق أرضية المحيط الهادئ على عمق ١٦٤٧ م في رواسب الآوز الجبري مما يؤكّد بأن المياه السطحية ليست ثابتة تماماً بل يتأهبها كذلك حركات بطيئة مستمرة .

وتتكون رواسب الصلصال الأحمر ببطء شديد ومن ثم كثيراً ما يختلط بها بعض الرواسب الأخرى مثل البقايا الصلبة من بعض الكائنات البحرية وأسنان « سمك القرش » *Shark's teeth* وعظام أذن الحوت *ear bones of whales* وبعض المواد غير العضوية الأخرى مثل تلك التي ترسبها التلجالات

وأثرية البراكين ولوافظها . وبالتالي أمكن معرفة عمر بعض هذه الرواسب خاصة بعد دراسة تركيب أسنان سمك القرش والتي تبين أن بعض منها يرجع إلى الزمن الجيولوجي الثالث من حيث العمر .

وتبعاً لهذه الخصائص السابقة يشكل الصلصال الأحمر الأعماق البعيدة جداً من المحيطات . وقد تبين أن متوسط عمق ١٢٦ عينة منه كان نحو ٥٤٠٧ م ، وأقل عمق يحتوي على رواسب الصلصال الأحمر كان نحو ٤٠٦٠ م ومن ثم يمكن أن نخلص متوسط أعماق الرواسب المختلفة عامة في البيان التالي : —

- ١ — رواسب البتروبود متوسط عمقها ٧٣٠٧٢ متراً .
- ب — رواسب الجلوبجرينا متوسط عمقها ٣٦٩١٢ متراً .
- ج — رواسب الدياتوم متوسط عمقها ٣٦٩٠٠ متراً .
- د — رواسب الراديوليرا متوسط عمقها ٥٦٢٩٢ متراً .
- هـ — رواسب الصلصال الأحمر متوسط عمقها ٥٥٤٠٧ متراً :

ويمكن القول أن رواسب السليكا تحتل الأعماق البعيدة من المحيطات ذلك لأن رواسب الكلسيت أو الجير سرعان ما تذوب في المياه بسرعة ، وترسب فوق الأعماق الضحلة نسبياً ، ومن النادر أن تبقى لكي ترسب فوق الأعماق البعيدة . ينما يعتبر الصلصال الأحمر أقل هذه الرواسب جميعاً تعرضاً لعمليات الذوبان ومن ثم يحتفظ بصورته لكي ترسب فوق الأعماق البعيدة من المحيطات . ويوضح الجدول الآتي نسبة مساحه القطاعات البحرية الإرسائية المختلفة فوق قاع المحيطات الكبرى في العالم بالنسبة للمساحة الكلية لكل قاع محيطي :

| الرواسب | المحيط الهندي | المحيط الاطلسي | المحيط الهادى |
|---------------------------|---------------|----------------|---------------|
| مجموعة رواسب الآوزالجرى | ٥٤٦٣ | ٦٧٥٥ | ٣٦٠٢ |
| مجموعة رواسب الآوزالسليكي | ٢٠٦٤ | ٦٥٧ | ١٢٥٧ |
| الصلصال الاحمر | ٢٥٦٣ | ٢٥٦٨ | ٤٦٦١ |
| | ٠/٠١٠٠ | ٠/٠١٠٠ | ٠/٠١٠٠ |

ثانياً - الرواسب القريبة من الشاطئ

تعتبر عمليات الإرساب بالقرب من الشواطئ أكثر تعقيداً عن تلك في المسطحات المائية المفتوحة من البحار والمحيطات ، وذلك تبعاً لتعدد العوامل المختلفة التي تؤثر في كمية الرواسب وطبيعتها وأشكالها ومصادرها وطرق إرسابها . وبما يزيد هذه الحالة تعقيداً هو معظم الرواسب الشاطئية قد ترسبت خلال العصر الجليدي عندما كان منسوب سطح البحر ينخفض بنحو ٣٠٠ قدم عن منسوبه الحالي ، مما قد يرجح بأن أصل نشأتها ربما كانت عوامل هوائية متداخلة . ومن أمثلة ذلك رواسب شط الدوجر Dogger Bank حيث أكد الأستاذ شتريد Stride في عام ١٩٥٩ بأنها أصلاً ركامات جليدية بلايوسينية .

ويمكن القول كذلك بأن نسبة كبيرة من الرمال فوق قاع بحر الشمال والبحر الأيرلندي ترجع نشأتها إلى أثر فعل الرواسب الجليدية والنهرية الجليدية البلايوسينية glacial and fluvio-glacial deposits . وقد أكد الأستاذ شبرد Shepard عام ١٩٤٨ بأن أهم ما يميز الرافد القارية المغطاة بالرواسب الجليدية هو عظم تكوين الرسب الخشنة الكبيرة الحجم عند الحافات الهامشية للرفرف القاري مباشرة . كما يلاحظ فوق هذه الرافد كذلك اختلاف طبيعة عمليات الإرساب نفسها ، حيث ترسب المواد الدقيقة الحجم أولاً ، وتزداد حبيباتها في الخشونة والحجم كلما توغلنا في مياه البحر حتى حواف الرفرف القاري .

وتبعا لدراسات الأستاذ كينين Kuenen عام فان الرواسب الشاطئية والتي يطلق عليها أحيانا اسم Neritic Sediments تغطي نحو ١٠٪ من جملة مساحة المسطحات المائية . وتعتبر دراسة هذه الرواسب ذات أهمية خاصة بالنسبة لأبحاث علم الطبقات ، ذلك لأن معظم صخور قشرة الأرض تكونت في مسطحات مائية ضخمة خلال العصور الجيولوجية المختلفة ، وبذا يمكن دراسة

عمليات تكوين الطبقات الصخرية في الطبيعة .

وهناك نقطة هامة أخرى تختص بطبيعة إرساب المواد الجيرية في المسطحات الضحلة . فمن المعروف أن الصخور الجيرية والطينية تمثل نسبة كبيرة من الصخور الرسوبية على اليابس . كما تبين أن معظم هذه الصخور تكونت في بيئة مائية ضحلة . ولكن من دراسة الرواسب فوق الرفوف والمنحدرات القارية نجد أن نسبة الجير أو الكلسيت تعد محدودة جداً وإن وجدت هذه الرواسب فهي تشغل بقاع محلية مثل الرفوف القارية حول جزر الهند الغربية . ومن ثم يتضح أن هناك اختلافاً ، التوزيع الجغرافي للرواسب الجيرية الكلسية في الوقت الحاضر ، وبين طبيعة تكوينها خلال العصور الجيولوجية القديمة . هذا ويمكن تمييز ثلاثة نطاقات مختلفة من الرواسب تتمثل فوق أرضية البحار بالمسطحات المائية الضحلة يشتمل كل منها على مجموعة خاصة متباينة من الرواسب هي : —

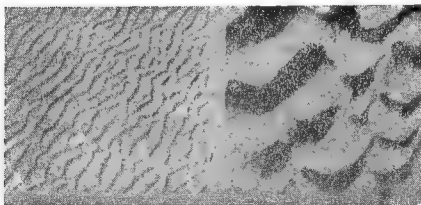
١ - الرواسب الشاطئية :

وترمز إلى تلك الرواسب التي تتجمع عند خط التقاء المسطحات المائية باليابس المجاور ، ويحدد الأستاذ ماري Murray هذه المنطقة بالمسافة العرضية التي تنحصر بين أعلى منسوب للمد وأقل منسوب للجزر . أو بمعنى آخر تقع هذه المنطقة تحت تأثير فعل المد والجزر والأمواج . وتعمل هذه العوامل على تهشيم الصخور الشاطئية خاصة إذا كانت الأخيرة تتكون من حافات صخرية رخوة لينية .

وتتمثل الرواسب هنا في المفتحات الصخرية والحصى الكبيرة الحجم نسبياً وقد يختلط بها كميات كبيرة من الزلط والرمل والطين وقد يكون مصدرها تلك الرواسب التي تقذفها الأنهار أو تذروها الرياح إلى البحر ، أو تنتج تبعاً لفعل تلاطم الأمواج على حافات الشاطئ الذي يتألف من صخور لينية سريعة التفكك . وبذا تختلف أشكال هذه الرواسب من ساحل إلى آخر تبعاً لظروف مختلفة أهمها : —

- ١ - طبيعة صخور الشاطئ، وتركيبها ونظام بنيتها .
- ٢ - مصدر هذه الرواسب (نهرية - جليدية - بفعل الرياح - أو النهرية والتجوية) .
- ٣ - حركة الأمواج والتيارات البحرية .
- ٤ - مدى أثر فعل المد والجزر :

وعلى أى حال فإن أهم ما يميز هذه الرواسب هو طبيعة ترتيبها ونظام إرسابها ، حيث تترسب المواد الخشنة ذات الأحجام الكبيرة أولاً وبالقرب من خط الساحل نفسه ثم تقل حبيبات الصخر حجماً كلما توغلنا في مياه البحر . وعندما ينخفض منسوب سطح البحر (كما يحدث خلال أوقات الجزر) تترك مياه البحر خلفها فرشاة إرسائية رملية تتجمع فوق خط الساحل وكثيراً ما يشكل سطح هذه الفرشات تموجات مختلفة الأشكال تبعاً لطبيعة التيارات المائية وحركة المياه التي انحصرت عن الساحل المجاور . وقد تظهر إنعكاسات التيارات المائية فوق الفرشات الرملية على شكل خطوط طولية متوازية أو أخرى مقوسة أو هلالية الشكل . (لوحة ٢١) .



(لوحة ٢١) نومان مختلفان لأشكال انعكاس التيار بالمياه الضحلة الشاطئية .

٢ - رواسب الرافرف القارية :

وتشمل تلك الرواسب التي تمتد فوق قاع البحر أسفل المنطقة الساهية ، حتى حواف الررفرف القارى عند خط عمق ١٠٠٠ م المتساوى تقريباً . وتتكون الرواسب التي تتجمع فوق ررفرف وآخرف تبعاً للعوامل المختلفة التي أرسبتها . فقد يكون مصدر بعض منها ، الرواسب التي تصبها الأنهار فى البحر والتي تتركب عادة من مفتتات صخرية وطين ورمال بالإضافة إلى المواد العضوية المذابة . بينما قد يمثل بعضها الآخر رواسب جليدية خشنة ، تتألف من حصى وحصى ، مقشوفة الجوانب . وتشكل معظم الرافرف القارية عادة بالرواسب المدلتاوية ، ومنها تلك الرافرف التي تقع بالقرب من مصبات الأنهار الكبرى مثل النيل والأمزون والميسسى وإيراوادر والسند والسكانج . وحيث تعتبر الرافرف القارية بيئة صالحة لتكاثر بعض الكائنات البحرية الخاصة ، فقد تراكم قشور هذه الكائنات فوق القاع لتشكّل المظهر العام للرواسب ومن هذه الكائنات القواقع والأصداف البحرية .

ومن ثم يمكن القول أن أهم المواد الإرسابية فوق الرافرف القارية تتمثل فى حبيبات الرمال بأنواعها المختلفة سواء أكانت هذه مشتقة من صخور اليايس البعيدة وجلبت إلى البحر بواسطة الأنهار أو الرياح ، أو مشتقة من صخور اليايس البعيدة وجلبت إلى البحر بواسطة الأنهار أو الرياح ، أو مشتقة من صخور الشاطئ مباشرة تبعاً لتفشيم الصخر بفعل تلاطم الأمواج ، أو رمال كاسية تجمعت بعد تفقت قشور المتخربات والأصداف البحرية . وإلى جانب الرمال تنتشر رواسب الطين والحصى والحصى والجلايد .

٢ - رواسب المنحدر القارى :

كما سبق الذكر بأن مفتتات الرواسب وحبيباتها تقل حجماً (خاصة إن لم تكن هذه الرافرف جليدية النشأة) ، وخشونة كلما توغلنا فى البحر ، وعند حواف الرافرف القارية تتميز هذه الرواسب بدقة حجمها وتتركب من الطين والصلصال والغرين . وعلى ذلك تتميز رواسب منطقة المنحدر القارى

(التي تقع بين أعماق ١٠٠ - ١٠٠٠ قامة) برواسب طينية دقيقة الحجم وكثيراً ما تكون متجانسة ومتشابهة في تركيبها من مكان إلى آخر فوق المنحدر القاري . ونحو نصف حجم هذه الرواسب يتألف من الطين بينما نحو ٢٥ ٪ منها يتكون من الرمال الناعمة . كما قد ترسب فوق أرضية المنحدر القاري كذلك بعض البقايا العضوية التي تتمثل في بعض الكائنات البحرية خاصة الأصداف والفسريات .

الباب السابع

الفصل السادس عشر :

بعض الكائنات الحية في البحار والمحيطات

الفصل السابع عشر :

الانتاج العالمي من الأسماك

الفصل الثامن عشر :

الثروة السمكية في جمهورية مصر العربية

الفصل السادس عشر

بعض الكائنات الحية في البحار والمحيطات

تنوع الكائنات الحية في البحار والمحيطات تبعاً لتنوع الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحر من مسطح مائي إلى آخر . وقبل دراسة مجموعات الكائنات البحرية ينبغي أن نشير إلى أهم العوامل الطبيعية والكيميائية التي تؤثر في نمو الكائنات . وتتلخص هذه العوامل فيما يلي : -

أولاً - الضغط Pressure

أكدت بعثة الأبحاث الأقيانوغرافية الهولندية جالاتيا Galathea ، عام ١٩٥١ أن الكائنات البحرية يمكن لها أن تعيش تحت أعماق بعيدة وأن تحصل ظروف الضغط العالي . وجمعت هذه البعثة مجموعات مختلفة لبعض الكائنات البحرية مثل الأصداف وخيار البحر من عمق ٠٠٥٠٠ متر بجوار شواطئ جزر الفلبين .

وتبين أن هناك مجموعات من الأسماك لا تعيش إلا في الأعماق البعيدة جداً حيث إنها غير محبة للضوء ، بينما هناك مجموعات أخرى تعيش على أعماق متوسطة من سطح الماء ، ويتأثر نمو هذه الكائنات بكمية الضوء ودرجة حرارة المياه ونسبة ملوحتها وخصائصها الطبيعية العامة (١) .

1. P. Lake, (Physical Geography , Cambridge, 1958 p. 422

وعلى ذلك قسم الأستاذ ليك P. Lake عام ١٩٥٨ البيئة البحرية إلى مناطق مختلفة تبعاً للأعماق التي تعيش فيها الكائنات البحرية إلى ما يلي : —

١ بيئة مياه البحار المفتوحة Pelagic Zone وتشمل :

أ — المسطحات المائية فوق الرافد القارية Neritic province .

ب — المسطحات المائية في المياه المحيطية المفتوحة Oceanic province .

وعلى ذلك يعد الحد الفاصل بين هاتين البيئتين هو خط عمق ٢٠٠ متر تقريباً . وتبعاً لاختلاف أعماق منطقة المياه المحيطية ، فقد صنفها « ليك » إلى المناطق المختلفة الآتية : —

أ — منطقة المياه المحيطية السطحية Epipelagic Zone

(من سطح البحر إلى عمق ٤٠٠ متر) .

ب — منطقة المياه المحيطية المتوسطة العمق Bathy pelagic Zone

(من عمق ٤٠٠ إلى ١٢٠٠ متر) .

ج — منطقة المياه المحيطية العظيمة العمق Abyssal - Pelagic Zone

(أكثر من عمق ١٢٠٠ متر) .

٢ — بيئة قاع البحار Benthic Zone

وتشمل هذه البيئة تلك الكائنات التي تعيش فوق قاع المحيط نفسه سواء أكان في منطقة الرافد القارية أو فوق أرضية الأعماق البعيدة . وصنفها « ليك » إلى مجموعات ثانوية تشمل :

أ — بيئة كائنات قاع البحر فوق منطقة الرفرف القاري وتمتد حتى خط

عمق ٢٠٠ م Neritobenthic Zone

ب — بيئة كائنات قاع البحر فوق أرضية المنحدر القاري وتمتد حتى خط

عمق ٨٠٠ م Arhibenthic Zone

ح — بيئة كائنات قاع البحر فوق أرضية المرتفع القارى والأعماق البعيدة
جداً Abyssobenthic Zone .

ثانيا - الضوء Light

تختلف كمية الضوء بمياه البحار أفقياً ورأسياً من موقع إلى آخر . فتحو ١٠٪ من كمية الضوء التى تصل إلى سطح الماء تفقد بواسطة الانعكاس reflection ، وعندما تتفاؤل كمية الضوء الباقية فى باطن المياه ، تتشكل الموجات الحرارية والضوئية وتتغير صفاتها ، كما تتشكل فى نفس الوقت الخصائص الطبيعية للمياه التى تمر خلالها . وقد اتضح أن المياه الصافية لها القدرة على إمتصاص الأشعة الشمسية فى وقت أسرع من إمتصاص الهواء لنفس هذه الأشعة . وأن المياه ذات اللون الأصفر أو البزقائى تمتص هذه الأشعة فى وقت قصير إذا ما قورنت بالمياه التى يميل لونها إلى الخضرة أو الزرقاء . وتساعد الكائنات البحرية والرواسب العالقة بالمياه على امتصاص الأشعة الشمسية كذلك .

ويختلف العمق الذى قد تصل إليه الأشعة الشمسية . من سطح مائى إلى آخر فتصل هذه الأشعة فى البحر السكاربى حتى عمق ١١٠ متر من سطح المياه ، بينما تصل فى البحار الممتدة بالمسطحات المائية للرفارف القارية إلى عمق ٤٠ متر فقط ، بينما قد لا يزيد تغلغل الأشعة الشمسية فى المياه عن عمق ١٥ متر بالمياه الساحلية الضحلة . ولا تنمو النباتات البحرية التى تعيش فوق القاع Benthic Plants إلا إذا استمدت كمية من الضوء لا تقل عن ٣٪ من مجموع كمية الضوء الساقطة على سطح مياه هذا الموقع . وعلى ذلك تختلف الأعماق التى تعيش فيها العائلة الواحدة من هذه النباتات البحرية ، حيث تتمثل عند خط عمل ١٦٠ متر فى البحر الأبيض المتوسط توجد عند خط ٤٠٠ م ١٠ فى البحار الساحلية الضحلة .

وقد دلت نتائج الدراسات الأقيانوغرافية على أن كمية الضوء على عمق

٢٥٠ متر من سطح الماء يبلغ نحو ٠.٠٩٠٠٪ من جملة كمية الأشعة الضوئية الساقطة على سطح الماء ، ويعتبر خط عمق ٥٠٠ متر الحد الأدنى للرؤية بالنسبة للأنسماك ، وعلى ذلك قسم الباحثون مياه المحيط إلى ثلاث طبقات مترابطة فوق بعضها تبعاً لتصيب كل طبقة من كمية الأشعة الشمسية وتشمل ٠ -

١ - الطبقة العليا : Euphotic Zone ونصيبها من الأشعة الشمسية كبيراً ، ويتم فيها عملياً التمثيل الكلوروفيلي وبناء الأنسجة الأولية للكائنات البحرية ، وتمتد من سطح الماء إلى خط عمق ١٠٠ متر .

ب - الطبقة المتوسطة : Disphotic Zone ونصيبها من الأشعة الشمسية محدوداً ، بحيث لا يتم فيها عملية التمثيل الكلوروفيلي ، إلا أن كمية الضوء فيها كافية لبعض العائلات الحيوانية والنباتية التي تعيش وتتجول فيها حتى أعماق ٨٠٠ متر من سطح الماء .

ج - الطبقة السفلى : Aphotic Zone ونصيبها من الأشعة الشمسية معدوماً ولكن ليس معنى هذا إن مياهها تخلو من وجود الكائنات البحرية ، بل تعيش فيها كائنات بحرية لها القدرة على أن تكيف نفسها لظروف الحياة في مثل هذه البيئة .

ثالثاً - الملوحة Salinity

تتشكل الكائنات البحرية تبعاً لاختلاف نسبة الملوحة في مياه البحر ، وعلى سبيل المثال تختلف الكائنات البحرية التي تعيش بالبحار عن تلك التي تعيش في مياه الأنهار . ويمكن أن تقسم الكائنات البحرية النباتية منها والحيوانية تبعاً لمدى تحملها لمياه البحار المختلفة الملوحة إلى مجموعتين رئيسيتين هما : -

١ - كائنات يتأثر نموها بتغير نسبة ملوحة المياه : Stenohaline Organisms
ويدخل ضمن هذه المجموعة معظم الكائنات التي تعيش في مياه البحار

المتفتحة. وعندما تنقل هذه الكائنات بواسطة التيارات البحرية أو الأمواج إلى مضائق وخلجان تقل نسبة ملوحة المياه فيها عن ملوحة مياه المحيط التي كانت تعيش فيها تلك الكائنات من قبل ، سرعان ما يتدهور نموها وتعرض للفساد .

ب - كائنات تتحمل التغير السريع في نسبة ملوحة المياه

Euryhaline Organisms

وتختلف هذه المجموعة عن تلك السابقة على أن لديها القدرة في أن تتحمل التغيرات الطارئة في نسبة ملوحة المياه . ومن السهل عليها أن تلائم نفسها لظروف البيئة الطبيعية التي تعيش فيها . وتعيش مثل هذه الكائنات عادة في الخلجان والمضائق وعند مصبات الأنهار (حيث تتأثر نسبة ملوحة المياه تبعاً لفترات حدوث الفيضانات النهرية ويجب أن نشير إلى أن مقدرة تحمل الكائنات البحرية لمياه مختلفة الملوحة تختلف من كائن إلى آخر .

وأيضا - حرارة المياه Temperature

تعتبر درجة الحرارة أهم العوامل الطبيعية التي تؤثر في تنوع البيئة البحرية فهي تؤثر في مدى سرعة إنقسام الخلايا العنوية والنفيرات الفسولوجية التي تنتجها . وتؤثر حرارة المياه بصورة غير مباشرة كذلك في تجمع الأكسجين المذاب في المياه ، وفي مدى لزوجة المياه واختلاف كثافتها ، وكل هذه عوامل هامة تؤثر في تنوع الخصائص الطبيعية لمياه البحر .

وتعد معظم الكائنات الحيوانية البحرية من مجموعة الحيوانات ذات الدماء الباردة Cold - blooded ، ومع ذلك فإن أي تغير يطرأ على درجة حرارة المياه يؤثر بدوره في الحرارة الداخلية لأجسام الكائنات البحرية نفسها . وقد أدى اختلاف درجة حرارة المياه رأسياً وأفقياً إلى خلق بيئات خاصة لكائنات

بحرية مميزة يلزم كل منها مياه ذات درجة حرارة معينة . وتقسّم الكائنات البحرية تبعاً لمدى تحملها لمياه مختلفة الحرارة إلى مجموعتين رئيسيتين هما : —

١ — كائنات تتحمل التغير البسيط فى درجة حرارة المياه وتعرف باسم Stenothermic

ب — كائنات تتحمل التغير الكبير فى درجة حرارة المياه وتعرف باسم Eurythermic

إلا أن بعض الكائنات التى تعيش فى المياه الباردة قد تنتقل خلال فصول معينة إلى المياه المدارية الدافئة وتعيش فى أعماق بعيدة حيث تناسب درجة حرارة المياه نمو هذه الكائنات وفى المياه التى تتعرض درجة حرارتها للتغيرات اليومية والفصلية تعيش فيها عادة كائنات من السهل عليها أن تلائم نفسها للتغيرات التى تطرأ على درجة حرارة المياه كما هو الحال مثلاً بالنسبة للكائنات البحرية التى تعيش فوق مياه الرافد القارية الأوربية ومياه بحر الشمال .

وتؤثر درجة الحرارة كذلك فى كمية كربونات الكالسيوم التى تمتصها بعض الكائنات البحرية لتكون لنفسها غطاءات وأصداف وهياكل جيرية . فعملية إستخلاص الجير من الماء بواسطة الكائنات البحرية تتم بسرعة عندما تكون درجة حرارة المياه مرتفعة ، وعلى ذلك نلاحظ أن أكثر تلك الكائنات التى تستخلص الجير من المياه تعيش عادة فى المياه المدارية الدافئة مثل عائلات المرجان . وبما يختص بكائنات الفوراميفرا نلاحظ أن مجموعاتها التى تعيش فى المياه المدارية الدافئة تكون لنفسها غطاءات جيرية . بينما تلك التى تعيش فى المياه الباردة يكون لها غطاء رقيق .

وتؤثر درجة الحرارة كذلك فى إختلاف أحجام الكائنات البحرية من جهة ومدى تنوع عائلاتها من جهة أخرى . فنلاحظ أن الكائنات البحرية التى تعيش فى المياه الباردة أكبر حجماً من نفس عائلاتها التى تعيش فى المياه الدافئة . كما تنوع عائلات الكائنات البحرية فى المياه الدافئة بدرجة أكبر

منها في المياه الباردة . ومن ثم نلاحظ أن المياه المدارية يعظم فيها إعداد العائلات السمكية إلا أنها محدودة الكمية بينما تحتوي المياه الباردة على عائلات سمكية محدودة الأنواع إلا أنها عظيمة الكمية . ولذا لم تنشأ مصائد أسماك بحرية عظمى في المياه المدارية الدافئة ، اللهم إلا بموار سواحل يبرو التي إستقلت إستغلالاً إقتصادياً مجزئاً منذ نحو خمس سنوات فقط .

خامساً - الأكسجين Oxygen

يعتبر الأكسجين ضرورياً لنمو كل الكائنات البحرية بجميع أشكالها فيما عدا بعض مجموعات البكتيريا . ومع ذلك فإن نسبة تجمع الأكسجين الذائب في وحدة معينة من مياه البحر أقل بكثير من نسبة حجم الأكسجين في نفس كمية هذه الوحدة بالهواء . بل ويوزع الأكسجين الذائب في مياه البحر دون إنتظام وتختلف نسبة وجوده في المياه رأسياً وأفقياً من موقع إلى آخر ومع ذلك فهناك كميات من الأكسجين كافية حتى لنمو الكائنات البحرية التي تعيش في الأعماق البعيدة حيث تساعد حركات التقلب الرأسية على نقل المياه الذائب فيها الأكسجين إلى الأعماق البعيدة .

وتزداد درجة تشب المياه بالأكسجين عندما تنخفض درجة حرارة المياه ، وتحتوي المياه المدارية السطحية على نحو ١ مليلتر من الأكسجين في اللتر الواحد من المياه . أما في مياه العروض الباردة فقد تحتوي على نحو ٨ مليلتر من الأكسجين في اللتر الواحد من المياه . وحيث تغفل هذه المياه الأخيرة إلى أسفل ، فتفقد عند نزولها بعض ما تحتويه من الأكسجين حيث تتمصه بعض الكائنات البحرية . وقد تبين أن نسبة وجود الأكسجين في المياه المعتدلة لا تقل عن ٣ مليلتر في اللتر : وفي بعض المياه المحلية كما هو الحال فيما بين عمق ٣٠٠ — ١٠٠٠ متر بمحور ساحل كاليفورنيا ، يكاد يشهد بعدم وجود الأكسجين بالمياه .

وفي المياه التي تقل فيها حركة التقلب الرأسية تنخفض كذلك نسبة وجود الأكسجين أو كميته في المياه السفلية . وأحسن مثال لذلك ما يتمثل بمياه البحر الأسود ، فلاحظ أن المياه السطحية لهذا البحر قليلة الملوحة . ومنخفضة الكثافة تبعاً للمياه العذبة العظيمة التي تصبها أنهار الدانوب والدين والدنيبر وعلى ذلك تبقى هذه المياه القليلة الكثافة فوق السطح دائماً . (أنظر الجدول الخاص بتوزيع الأكسجين بمياه البحر الأسود) - وعلى ذلك تتمص الكائنات البحرية في البحر الأسود الأكسجين الموجود بالمياه السطحية حتى أعماق ١٥٠ متر من سطح الماء . ولكن أسفل هذا العمق تقل نسبة الأكسجين بل ويكاد ينعدم في كثير من كتل المياه السفلية . إلا أنه تبعاً للتغيرات الكيميائية وتحلل بعض الكائنات البحرية ساعد ذلك على وجود سلفات الهيدروجين بالمياه . وتعد هذه المواد الكائنات البحرية الأخرى : بما يلزمها من الأكسجين . ويمكن القول أن نسبة وجود الكائنات البحرية في المياه العميقة بالبحر الأسود محدودة جداً تبعاً لقلة وجود الأكسجين بالمياه .

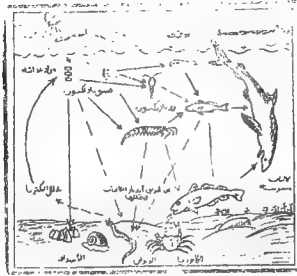
بعض الكائنات الحية في البحار والمحيطات

يعتبر العامل الرئيسي الذي يساعد على استمرار تطور الكائنات الحية في البحار والمحيطات هو طبيعة توزيع العائلات النباتية في مياه البحار ، ذلك لأن كائنات البحر الأخرى من فقريات ولا فقريات تعتمد إعتاداً رئيسياً على مدى توفر هذه النباتات التي تعد أهم موارد غذائها . (شكل ٦٤) ويمكن تصنيف العائلات النباتية بالبحار والمحيطات إلى مملكتين رئيسيتين هما : -

(١) نباتات الثريات Thallophyta

وتتمثل أغلب النباتات التي توجد بمياه البحار والمحيطات . وتتألف من نباتات أولية بدائية يتصف تركيبها العام بالبساطة كما وأن ليس لها

جذور أو أغصان أو أوراق المعنى الحقيقي . ومن هذه العائلة الطحالب *Algae* والفطريات البحرية *Marine fungi* وخاصة البكتيريا .



(شكل ٦٤) دورة نمو السكان الحية بالبحار والمحيطات .

وتنتشر عائلات المشرقيات في المياه البحرية الضحلة، ومن بين مجموعاتها حشائش الأنكلبس التي تزود الأسماك بالغذاء اللازم لها وعشب الخليج أو المرجوم، وأعشاب المناريا التي تتغذى من طريق جذور مثبتة. (شكل ٦٥) .

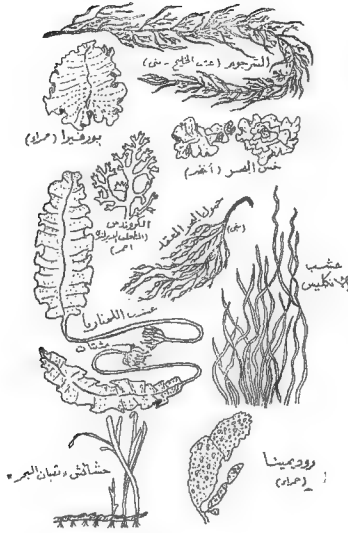
وتتميز الطحالب البحرية بتنوع ألوانها الجميلة تبعاً لامتصاصها الأشعة الضوئية، ومن أعظم الطحالب المنتشرة في مياه البحر هي : —

: Myxophyceae الطحالب الزرقاء

: Chlorophyceae الطحالب الخضراء

: Phaeophyceae الطحالب البنية

: Rhodophyceae الطحالب الحمراء



(كل ٦٥) بعض أنواع من النباتات البحرية

(ب) النباتات البرية Spermatophyta

وتعد هذه المجموعة من النباتات محدودة الانتشار بمياه البحار والمحيطات ولا يزيد عائلاتها عن ٣٠ عائلة. فقط من بينها النباتات المزهرة *flowering plants* ويرجع أن هذه النباتات لم تتكون أصلاً بمياه البحار ولكنها نقلت بواسطة مياه الأنهار والرياح من اليابس إلى البحر لجوار. ومن أهم أنواع هذه المجموعة من النباتات حشائش النعبان البحري *eel grass*، والتي تعرف علمياً باسم

زوسترا *Zostera* ، (شكل ٦٥) ولا تعتبر هذه الحشائش الأخيرة من الناحية النباتية الصرفة « حشائشاً » ، ذلك على الرغم من أنها تترب من أوراق طويلة سيفية مطاطة تميز في اتجاهات مختلفة تبعاً لحركة المياه . وتحتوى هذه الحشائش على جذور حقيقية تلتصق بجذع سفلى رئيسى rhizome ، وتنمو فى الأعماق السطحية من المياه فيما بين ٤ - ١٤ متر من سطح الماء خاصة على طول السواحل الأوربية وسواحل أمريكا الشالية وبعض سواحل شرق آسيا ويعظم نموها على السواحل المحمية من فعل الأمواج الشديدة .

وتتوقف نمو هذه المجموعات النباتية بمياه البحار والمحيطات تبعاً لعوامل طبيعية متعددة ، إلا أن الأشعة الشمسية تعتبر أهم هذه العوامل جميعاً . وعلى ذلك تتركز هذه النباتات فى طبقة المياه السطحية حيث يسقط عليها أكبر قدر من الأشعة الشمسية .

وتساهم الأشعة الشمسية على تحويل بعض المواد الغذائية بمياه البحر *Nutrient materials* إلى كائنات حية وخلايا تعيش عليها الكائنات النباتية والحيوانية الأخرى . ويتم بواسطة الأشعة الشمسية فى الطبقة السطحية للمياه عملية التمثيل الكلورفىلى (*Photosynthesis*) أى بناء المواد العضوية من أخرى غير العضوية والبسيطة التركيب ^(١) . وتعتبر الأجزاء العليا من المياه التى تتأثر بالأشعة الشمسية عبارة عن شبه طبقة مائية رقيقة السمك (لا تتعدى ٢٠٠ متراً) ، ويعظم توغل هذه الأشعة بالمياه السطحية إذا كانت الأخيرة تتميز بصفاتها . فى البحار ذات المياه الصافية مثل البحر الكاربي قد تصل الأشعة الشمسية إلى عمق ١١٠ متر تحت سطح البحر ، أما فى المسطحات الضحلة من مياه البحار والمحيطات التى تكثر بها المواد العالقة والارسابات المختلفة ، فلا تتوغل الأشعة الشمسية إلى أعماق بعيدة . فى المسطحات المائية بالرفارف القارية قد تصل الأشعة الشمسية إلى عمق ٤٠ متراً بينما لا يزد

1 - Sverdrup, H. U., (The oceans...) Prentice - Hall Inc. (1962).

توغلها عن ١٥ متراً في بعض المسطحات المائية القريبة من الشاطئ . ويؤثر إختلاف سمك مناطق المياه التي تتأثر بالأشعة الشمسية في مدى كثافة النباتات البحرية وتطورها وتنوعها وتوزيعها الجغرافي ، ولهذه الظروف أثرها الكبير في توزيع الكائنات البحرية الأخرى .

أما الأجزاء الدنيا من الكتل المائية التي لا يصل إليها أكثر من ١٪ من الأشعة الضوئية ، فينمو بها بعض الأعشاب والكائنات النباتية التي لا تحتاج إلى كميات كبيرة من الضوء . وقد دلت نتائج الدراسات المختلفة على أن أعشاب البحر Sea weeds تنمو في هذه الأجزاء الدنيا من الكتل المائية ، والتي يكون نصيبها من الأشعة الشمسية نحو ٠.٣٪ من كمية الضوء الساقطة على سطح المياه .

ومن المعلوم أن الأسماك بمختلف أنواعها لا يمكن لها الرؤية على أعماق تبعد عن ٥٠٠ متراً من سطح الماء ، حيث تصبح المياه خالية من الضوء بل مظلمة تماماً عند هذا العمق ولكن ليس معنى ذلك أن مياه البحر في هذه الأعماق المظلمة تخلو من الكائنات الحية ، ذلك لأن في مقدرة بعض أنواع معينة من الأسماك أن تعيش في مثل هذه البيئة ، ولا يتوقف أهمية الأشعة الشمسية على توزيع الضوء والحرارة بمياه البحار والمحيطات ، ولكن لها أكبر الأثر كذلك في تشكيل المواد الغذائية بمياه المحيط Nutrient materials ، وهذه الأخيرة تطفو على سطح المياه ، وتعتبر المورد الأساسي لغذاء الكائنات الحية المختلفة في البحار والمحيطات .

وتتنوع عائلات الكائنات الحية بالبحار والمحيطات وتختلف أشكالها تبعاً للبيئات الطبيعية المختلفة التي تعيش فيها . ويمكن أن نقسم هذه الكائنات إلى مجموعتين رئيسيتين هما : —

١ - الفقريات : وتشمل الأسماك^(١) والثدييات البحرية .

ب - اللافقريات : وتشمل الفيتوبلانكتون والزوبلانكتون والقشريات والكائنات الرخوة سواء أكانت أودية أو ثنائية المصراع (شكل ٦٦).

وحيث تتشكل هذه الكائنات تبعاً لظروف البيئة الطبيعية التي تعيش فيها ، فيحسن أن ندرس العلاقة المتبادلة بين مجموعات الكائنات البحرية والبيئة الطبيعية التي تعيش فيها ، حتى يسهل علينا تحديد المسطحات المائية ذات الأهمية الاقتصادية بالبحار والمحيطات . وعلى هذا الأساس يمكن أن نقسم مجموعات الكائنات الحية في البحار والمحيطات إلى ما يلي : -^(٢)

١ - كائنات الفيتوبلانكتون والزوبلانكتون : (البلانكتون النباتي - البلانكتون الحيواني) .

٢ - الكائنات الحية فوق قاع المحيط : (البenthos) .

(١) الأسماك من الحيوانات الفقارية Vertebrata ومن ذوات الدم البارد Cold-blooded ، أي تتغير درجة حرارتها تبعاً لوسط المحيط بها ، وللأسماك زوجات من الزعانف Fins تقابل الأطراف limbs عند الفقاريات الأخرى . وأجسام الأسماك مغطاة بقشور Scales ، وتنفس باستخلاص الأكسجين من المياه بواسطة الخياشيم Gills . وحيث أن الأسماك من الفقاريات فلا بد أن تتركب من هيكل Skeletons ولكن هذه الهياكل تتألف من عظام متداخلة Bones وفي بعضها الآخر تتركب من مادة أكثر لينة تسمى الغضروف Cartilage . وعلى ذلك يقسم بعض العلماء الأسماك إلى مجموعتين كبيرتين هي **الأسماك الغضروفية Chondrichthyes** الصيغية الخشوم مثل الفروش Sharks والتسوايع Skates **والأسماك العظمية Osteichthyes** التي تنتمي إليها معظم أسماك المياه المالحة والمياه العذبة .

2 - King, C, A, M., (Oceanography for geographers), London, (1962).



(شكل ٩٠) بعض الكائنات البحرية الرئيسية .

- ٣ - الكائنات الحية التي تعيش بالقرب من قاع المحيط . (الدمرسال) .
- ٤ - الكائنات الحية التي تعيش بالقرب من سطح المياه بالبحار المفتوحة (البالجيك) .
- ٥ - الثدييات البحرية .

أولاً - كائنات الفيتوبلانكتون والزوبلانكتون

تعتبر كائنات الفيتوبلانكتون والزوبلانكتون الحيوانية أساس دورة الحياة في مياه البحار والمحيطات ، حيث تتغذى عليها الأسماك والقشريات

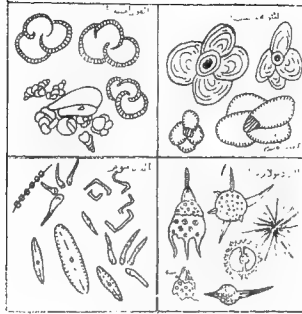
والتي تمتد على غيرها الأخرى الثدييات البحرية . وعندما تندثر الزو بلاكتون وتنحل تنفسى على بقاياها الكائنات البحرية التي تعيش فوق القاع مثل الكائنات الرخوة والمصدية والديدان البحرية . (شكل ٦٤) .

الفيتوبلانكتون Phytoplankton

بعد تعبير « بلاكتون plankton » تعبيراً مشتقاً من اللغة اليونانية القديمة ويرمز حسب دراسات هاردى Hardy عام ١٩٥٦ ، إلى « الشيء الذى خلق لكى يتجول أو يدفع ... (that which is made to wonder or drift) » . وهذا يدل على أن جميع نباتات البلاكتون أو بمعنى آخر الفيتوبلانكتون وبعض حيوانات الزو بلاكتون Zooplankton تحمل وتنقل مع الأمواج والتيارات المائية .

وبدل تعبير « نكتون Nekton » فى اللغة اليونانية على لفظ « سباحة » ، أو بمعنى آخر ، أن كل الكائنات التى تنطوى تحت هذا الاصطلاح لا تتأثر حركاتها بالتيارات المائية بل تنتقل من مكان إلى آخر بواسطة قدرتها على السباحة هذا على الرغم من أن بعض كائنات « نكتون » مثل الأسماك الكبيرة الحجم كانت فى بداية حياتها عندما كانت بويضات صغيرة الحجم أو أجنة صغيرة من مجموعة البلاكتون تنزع مع التيارات المائية والأمواج .

وعلى ذلك تعتبر الفيتوبلانكتون كائنات نباتية صغيرة الحجم جداً ومن عائلاتها الدياتومات التى تدخل فى تركيب رواسب الآوز العميقة بعد تحللها وترسيبها فوق القاع العميق . وكذلك الدينوفلاجلات Dinoflagellates وبعض الكائنات الأخرى مثل الكوكليثوفورس Coccolithophores والهلوسفيرا Halosphaera (شكل ٦٧) . وتجول هذه الكائنات تحت رحمة التيارات المائية وتبقى دائماً فى الطبقة السطحية من المياه حتى يمكن لها أن تستمد الضوء اللازم لنموها . ونتيجة لتحلل الفيتوبلانكتون بواسطة الأشعة الضوئية فهى



(شكل ٦٧) نماذج من الكائنات البحرية التي تدخل في تركيب رواسب الاوز المعيقة .

بذلك تمثل أساس تكوين المواد العضوية المعقدة مثل السكريات والدهون والبروتينات (١)، وتتألف كائنات البلانكتون أساساً من المسود الغذائية النباتية المخضراء والتي تحتوي على مادة الكلورفيل .

ولما كانت الكائنات البحرية الأخرى لا تستطيع أن تبني المواد العضوية مثل السكريات والدهون والبروتينات بنفسها ، بل تحصل عليها بطريق مباشر أو غير مباشر بواسطة كائنات الفيتوبلانكتون النباتية فإنه لو إنعدمت هذه النباتات الأخيرة بمياه البحار لانعدمت الحياة بدورها في بحار العالم .

وتصنف الفيتوبلانكتون إلى مجموعات مختلفة من الدياتومات حسب طرق طوافها بالمياه إلى ما يلي : —

١ — الدياتومات النصلية Bladder type

وتتميز بأن خليعها كبيرة الحجم نسبياً ويميطها جدار من البروتوبلازم ،

١- أ — أنورعبدالعليم ، «أضواء على قاع البحر» ، المكتبة الثقافية — القاهرة ١٩٦١

ب- أنورعبدالعليم ، «ثروتنا المائية» المكتبة الثقافية — القاهرة ١٩٦٤ .

ج - الدياتومات الشريطية Ribbon type

وهذه تتميز بأن خليةها عريضة و مسطحة وتتصل ببعضها بواسطة سلاسل عضوية تعمل على ربط خلاياها بعضها ببعض الآخر . وهي محدودة الانتشار بمياه البحار والمحيطات . (شكل ٦٨) .

د - الدياتومات الشجرية The branched type

وتشتمل هذه الدياتومات على مجموعة كبيرة من الأفرع التي تعمل على تخفيف حدة إندفاعها إلى أسفل . وهي أكثر الدياتومات إنتشاراً بمياه البحار والمحيطات . (١)

ومها عظم كثرة الفيتوبلانكتون وإنتشارها بمياه البحار فإن حجم كل خلية منها نادراً ما يزيد عن الحجم الطبيعي الدقيق بحيث يصعب رؤيتها بالعين المجردة . وتتأثر كثافة الفيتوبلانكتون وكثرتها في المسطحات المائية تبعاً لظروف طبيعية مختلفة تلخص فيما يلي -

١ - كمية الضوء .

٢ - درجة الحرارة .

٣ - نسبة الملوحة .

٤ - مدى وفرة المواد الغذائية بالمياه .

وتزداد كائنات الفيتوبلانكتون بالمياه ، عند إرتفاع درجة حرارة المياه إلى مقدار معين يمثل الحد الأقصى لنمو الفيتوبلانكتون بها . أما إذا ارتفعت درجة حرارة المياه إرتفاعاً كبيراً عن هذا الحد . تنخفض درجة لزوجة المياه Viscosity ، ومن ثم يصعب على الفيتوبلانكتون البقاء طافية فوق سطح المياه .

1 - Sverdrup, H.U., (The Ocean,) Prentice - Hall Inc. (1962).

واعتبر نباتات الفيتوبلانكتون من الكائنات المحبة للضوء . ولذا تتجمع فوق سطح المياه حيث إن نصيبه من الضوء أكثر من الكتل المائية السفلية . وتأثر المواد الغذائية Nutrients في طبيعة نمو الفيتوبلانكتون ومدى خصوبة المياه . وتبعاً لدراسات « لى Lee » عام ١٩٠٨ ^(١) . تبين أن المواد الرئيسية التى تدخل في تركيب المواد الغذائية للفيتوبلانكتون تتألف من :-

| الواد | جزء في المليون (بالوزن) |
|----------|---------------------------|
| فوسفور | ٠.١٠ — ٠.١٠٠ |
| نيتروجين | ٠.٧ — ٠.٠١ |
| سليكون | ٤.٠ — ٠.٠٢ |
| نحاس | ٠.٠١ — ٠.٠٠١ |
| حديد | ٠.٢ — ٠.٠٠٢ |

ومن ثم فإن أخصب مياه البحر . الطبقة السطحية المعرضة للأثير قسط من الأشعة الشمسية ، ويشابه فعل المواد الغذائية في تخصيب مياه البحر أثر الأسمدة العضوية والنترات في تخصيب التربة الزراعية . ولما كان من الضروري أن تتغير هذه المواد وتتجدد باستمرار ، كما هو الحال كذلك بالنسبة للأسمدة في التربة التى يجب أن تستبدل بغيرها كل عام . لذا تقوم الفيتوبلانكتون بحركات رأسية وأفقية للبحث عن المواد الغذائية التى تتشكل كثافتها تبعاً لحركة الأمواج والتقليب الرأسى .

ويمكن أن تقسم المسطحات المائية إلى أقسام مختلفة حسب اختلاف مدى خصوبتها . إلى مناطق بحرية جرداء ، ومناطق بحرية خصبة غنية . وتمثل

1. Lee A. J., chap. 18 in R. Lake (Physical geography,)
Cambridge, 1958.

الأولى المسطحات المائية التي إستقلت فيها المواد الغذائية ولم تتجدد بغيرها ثانية ، وينجم عن ذلك فقر الكتل المائية بالكائنات البحرية المختلفة. أما المناطق الخصبة فتتميز بوفرة المواد الغذائية فيها وتجديدها باستمرار مما يساعد على نمو الكائنات البحرية المختلفة (شكل ٧٦) . وتعتبر حركة التيارات البحرية وعمليات تقلب المياه من أهم العوامل التي تؤثر في تجديد المواد الغذائية القديمة « التي تعرضت لتفاعل البكتريا ، وأصبحت غير مجدية لنمو الكائنات البحرية » بغيرها من مواد خصبة جديدة تحتوي على نسبة كبيرة من الفوسفات والنترات التي تمثل الغذاء الرئيسى للنباتات البحرية . وتتلخص أهم العوامل التي تؤثر في تجديد الطبقات المائية والمواد الغذائية فيما يلى : (١)

- ١ - الإختلاف الرأسمى والأفقى لدرجة حرارة مياه البحر .
- ب - تنوع نسبة الملوحة وإختلاف الكثافة .
- ج - طبيعة حدوث عمليات التوازن الرأسية للمياه .
- د - إتجاه الرياح وسرعتها ، وأثر ذلك في توليد حركة الأمواج وتشكيل إتجاه التيارات البحرية .
- هـ - أثر حركة دوران الأرض في تكوين مناطق جاذب وشد ، تؤثر بدورها في حركة المياه وتجديد طبقاتها .

وقد دلت نتائج الدراسات البيولوجية التي أجريت في بحر الشمال والمسطحات المائية في العروض المعتدلة على أن نمو الفيتوبلانكتون يكون محدوداً خلال أشهر الشتاء (من أكتوبر إلى فبراير) ومن ثم لا تتميز المياه البحرية بخصوبة واضحة خلال هذه الفترة ، ثم تتعرض كائنات الفيتوبلانكتون لعوامل طبيعية مختلفة تؤثر في سرعة نموها وتكاثرها خاصة في شهر مارس ، عندما تبدأ درجة الحرارة في الارتفاع التدريجى ، ومن ثم عرفت هذه الفترة

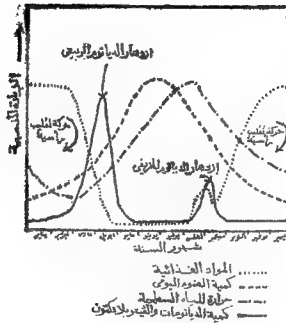
1 - King, C. A. M, (Oceanography for geographers,) London, (1962)

باسم « فترة الإزدهار الريمى للفتوبلانكتون » (The spring flowering) . ويزدهر نمو الفتوبلانكتون كذلك فى الحريف أى فى الفترة الواقعة بين أغسطس وأوائل سبتمبر . ويطلق على هذه الفترة الأخيرة اسم فترة الإزدهار الحريفى^(١) The autumn flowering . أما فيما بين هاتين الفترتين فتقل نسبة إزدهار الفتوبلانكتون بصفة عامة . وبمجرد إنتهاء كل من فترتى الإزدهار الريمى والحريفى ، تقل نسبة نمو الكائنات البحرية بنفس الدرجة التى تزداد وتزدهر فيها بسرعة (شكل ٦٩) .

ولدورة إزدهار البلانكتون ، أثر كبير فى تجديد مواسم صيد الأسماك ببحر الشمال . فى فصل الشتاء عندما تتعرض مياه بحر الشمال إلى حركة الأمواج ، والتيارات البحرية ، وأثر المد والجزر ، تتغير طبقات المياه باستمرار مما يؤدى إلى إنتشار المواد الغذائية بالمياه ، ولكن يلاحظ أن كثافة هذه المواد تعد محدودة جداً فى هذا الفصل تبعاً لانخفاض درجة حرارة المياه وقلة عدد ساعات شروق الشمس من ناحية ، هذا بالإضافة إلى أن المياه تنسم فى هذا الفصل بكثرة الشواجب والمواد المعلقة بها . أما خلال فصل الربيع ، فتبدأ درجة حرارة مياه البحر فى الإرتفاع التدريجى ، وتزداد كمية الضوء تبعاً لزيادة عدد ساعات شروق الشمس ، كما تتأثر المياه بعمليات التقلب الرأسية وتساهم كل هذه العوامل مجتمعة على تجديد البلانكتون وسرعة إزدهارها . ولذا تسجل أكبر كميات الصيد فى بحر الشمال خلال فترتى الإزدهار الريمى والإزدهار الحريفى ، بينما تنخفض كمية الإنتاج السمكى كثيراً خلال فصلى الشتاء والصيف .

وتعتبر مياه الجزء الجنوبي من بحر الشمال (إلى الجنوب من دائرة عرض نهر التيمز) من أخصب مياه هذا البحر ويرجع ذلك إلى ما يلى :-

I - Balls, R., (Fish Capture), London, (1961).



(شكل ٦٩) الدورة السنوية لأزدهار الدياتوم بحر الشمال ، والعوامل التي تؤثر فيها .

- ١ - حدوث عمليات الانقلاب أو التوازن الرأسية بالمياه طوال فترات السنة .
- ب - ضحولة المياه بالإضافة إلى خصائصها الطبيعية المناسبة والتي جعلت منها أرض حضانة مناسبة للأسماك الصغيرة Nursing ground .

ج - دفء المياه واعتدال درجة حرارتها .

- د - وفرة المواد الفوسفورية بالمياه والمواد الأناسية الأخرى التي تدخل في تركيب المواد الغذائية بالمياه

وعلى الرغم من أن المذخطات التي تصبها مجارى « لندن العظمى » في مياه هذا الجزء من بحر الشمال ، تعمل على كثرة الشوائب والمواد العالقة بالمياه مما قد لا يساعد في بعض الأجزاء المحلية على تكوين البيئة المناسبة لنمو بعض الكائنات البحرية ، إلا أن هذه المذخطات ساعدت من ناحية أخرى على وفرة المواد الغذائية بالمياه . وتذكر كينج C. M. King ^(١) عام ١٩٦٢ بأنه

1 - King, C. A. J. M., (Oceanography..), London, 1962.

ينجم عن هذه المقذوفات إضافة نحو ٧٩٠٠ طن من الفوسفور سنوياً بمياه البحر . ومن دراسة البيانات الإحصائية لكمية المصاد من الأسماك في الأجزاء المختلفة من بحر الشمال يتضح أن كمية المصاد من الأسماك في هذا الجزء الجنوبي تزيد بنسبة ٢٥ : ١ عما يصاد في بحر البلطيق ، وبنسبة ٢ : ١ عما يصاد في بقية المسطحات المائية المختلفة ببحر الشمال .

وعلى النقيض من هذه المياه الخصبة ، تعد المسطحات المائية في بحر نمرجاسو (شرق البحر الكاربي) ، مياه قاحلة جرداء . فعلى الرغم من وفرة الضوء وإرتفاع درجة حرارة المياه السطحية في هذا البحر ، إلا أن مياهه فقيرة جداً من حيث المواد المنسنة والغذائية فيها . ويعزى ذلك إلى ندرة حدوث عمليات التقلب الرأسية بالمياه السطحية وشدة حرارة المياه .

ومن الصعب معرفة تعداد كائنات الفيتوبلانكتون المنتشرة على سطح المياه ، ولكن طبقاً لتقدير كل من جونسون ، وسكوت ، وشادويك Johnstone, Scott and Chadwick, 1924^(١) فإن متوسط تعداد كائنات الفيتوبلانكتون خلال شهر أبريل في بحر الشمال تبلغ نحو ٧٢٧,٠٠٠ وحدة في المتر المكعب ، بينما يبلغ تعداد الزوبلانكتون في نفس هذا الشهر ونفس الموقع نحو ٤٥٠٠ وحدة في المتر المكعب ، مما يدل على أن كائنات الفيتوبلانكتون النباتية دقيقة الحجم جداً ، إذا ما قورنت بغيرها من الكائنات البحرية الأخرى .

ب- كائنات الزوبلانكتون Zooplankton

يتوقف مدى نمو الزوبلانكتون (البلاكتون الحيوانية) وازدهارها خلال فترة تكوينها الأولى تبعاً لوفرة كائنات الفيتوبلانكتون (البلاكتون النباتية)

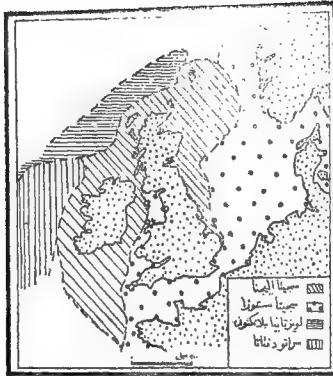
1 - Johnstone J. et al, (The marine plankton), London, 1924.

التي تغذى عليها . ويطلق تعبير « زوبلانكتون » على مجموعة من الكائنات البحرية ، منها تلك الأسماك الهلامية الصغيرة Tiny jellyfish ، والديدان السهمية Arrow Worms والكروستاسيا Crustacea or Cap pods التي تمثل أهم غذاء للأسماك الرنجة .

وقد تبين من نتائج الدراسات البيولوجية أن كل مجموعة من كائنات اوبلانز نكتون تعيش في مسطحات مائية تتميز بظروف طبيعية خاصة ، أى قد تعتبر أنواع كائنات الزوبلانكتون المختلفة دليلاً واضحاً يرمز إلى مزاي الطبقات المائية التي تتكون فيها ، وتنوع خصائصها الطبيعية ، وعلى سبيل المثال يمكن تمييز الكتل المائية السطحية على طول الساحل الغربى للجزر البريطانية تبعاً لأنواع الزوبلانكتون التي تزدهر فيها . وتمثل هذه الأنواع في الديدان السهمية التي تؤثر في تشكيل ألوان المياه . ويميز بحر الشمال ومياه القنال الإنجليزي أنواع أخرى من كائنات الزوبلانكتون تعرف باسم سيجيتا مستوزا Sagitta Setosa ، وتشكل المياه باللون الأخضر بينما يشكل الأجزاء الشمالية الغربية من بحر الشمال كائنات أخرى تعرف باسم سيجيتا إليجنا Sagitta Elegans والتي تصبغ المياه باللون الأزرق . ومن الطريف أن الحدود الفاصلة بين هاتين المنطقتين السابقتين يبحر الشمال واضحة مميزة ، بل ومن السهل تحديد الإبعاد الهامشية لكل منها تبعاً لاختلاف لون المياه السطحية ^(١) (شكل ٧٠)

وتساعد عملية تمييز مجموعات الزوبلانكتون بالمياه على تحديد إتجاه حركة التيارات البحرية السطحية . فقد تبين أن التيارات البحرية التي تخرج من البحر الأبيض المتوسط عبر مضيق جبل طارق ، ينساب بعضها شمالاً نحو السواحل الغربية للجزر البريطانية على شكل تيارات مائية شبه سطحية . وقد لاحظ

I - Hardy, A., (The Open Sea), 2 vols., London, 1959.



(شكل ٧٠) تصنيف المياه حول الجزر البريطانية تبعاً لمجموعات الزوبلانكتون التي تميزها.

الباحثون هذه الحقيقة بعد دراسة التوزيع الجغرافي لكائنات الزوبلانكتون المختلفة. فتعد الكائنات التي تتكون بمياه البحر الأبيض المتوسط من العائلات التي تتكون بالمياه المعتدلة الدفينة، أما تلك التي تتكون بمياه الجزر البريطانية، فهي من الزوبلانكتون التي تتكون بالمياه المعتدلة الباردة. ومن ثم فاني وجود الأولى بمواقع الكائنات الثانية يدل على إقترانها مع التيارات البحرية.

ولا تتوقف هجرة الزوبلانكتون الحيرانية على إنقائها أفقياً من سطح مائي إلى آخر، بل تقوم كذلك بحركات رأسية بالمسطح المائي الواحد. فتتوغل بعض كائنات الزوبلانكتون إلى أسفل بطبقات المياه السفلية أثناء النهار، ثم صعد إلى أعلى ثانية بالقرب من سطح الماء أثناء الليل. وقد تم دورة هذه الحركة الرأسية في كتلة مائية متوسطة سمكها نحو ١٠٠ متراً من سطح الماء.

ومن أهم كائنات الزوبلانكتون التي تقوم بهذه الدورة الرأسية مجموعة الكائنات Copepod Calanus وعلى الرغم من أن كل من هذه الكائنات الأخيرة تبدو على شكل حبة الأرز تقريباً إلا أنه في مقدرتها السباحة والصعود إلى أعلى بسرعة قد تبلغ نحو ٥٠ قدماً في الساعة . وقد إستنتج بعض الباحثين أن السبب في هجرة الزوبلانكتون الرأسية قد ترجع إلى أثر الضوء سواء أكان قوياً أو ضعيفاً وعلاقته بنمو الزوبلانكتون ومدى إستجابتها له ، بينما يرجع البعض الآخر أن هذه الكائنات تحاول أن تجد لنفسها البيئة الصالحة الفنية بالمواد الغذائية اللازمة لاستمرار بقائها . فإذا لم تمثل هذه البيئة على سطح المياه ، فمن السهل على هذه الكائنات أن تبحث عن مورد رزق جديد ببحر كما إلى أسفل بدلا من تحركها أفقياً . أو بمعنى آخر أنه من الأوفق لكائنات الزوبلانكتون أن تبحث لنفسها عن بيئة مناسبة لموها تبعاً لتحركها رأسياً ، حيث إن هذه الكائنات البحرية لا تستطيع أن تتحرك أكثر من بضعة مئات من الأقدام يومياً . فإذا قطعت هذه المسافة أفقياً ، فسوف لا يكون هناك أى تغيرات جوهرية في البيئة البحرية . أما إذا قطعت الكائنات هذه المسافة (مئات الأقدام) رأسياً ، فربما تجد لنفسها بيئة بحرية أفضل . (١)

ومن دراسة التوزيع الجغرافي لكل من كائنات الفيتوبلانكتون وكائنات الزوبلانكتون تبين أنها توجد على شكل بقع متناثرة منفصلة . وقد يرجع السبب في ذلك إلى أن الزوبلانكتون تقتات أساساً على كائنات الفيتوبلانكتون ومن ثم كان من الصعب بقائها سوى لفترة طويلة . فبمجرد عسدم وجود كائنات الفيتوبلانكتون من مسطح مائى ما ، سرعان ما تبحث الزوبلانكتون عن غيرها من جديد حتى يمكن لها أن تستمر في دورة نموها وتطورها . ولا تقتصر هذه العلاقة على كل من كائنات الفيتوبلانكتون والزوبلانكتون

1 - Russell, E. S., (The vertical distribution of marine macroplanktons, Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K., (1947), 13 — 19.

فقط ، ولكن نجدها كذلك بين أسماك الرنجة وبعض عائلات الحيتان حيث يتأثر كل منها بهجرة الآخر .

ثانياً - الكائنات الحية فوق قاع المحيط

« بنتوس Benthos »

يطلق على الكائنات البحرية التي تعيش فوق قاع البحر وفي داخل الأجزاء العليا من رواسب القاع اسم « بنتوس » . وتلب هذه الكائنات دوراً كبيراً في تطور سلسلة الحياة بالبحار سواء أكانت آكلة أو مأكولة . وتؤثر الخصائص الجيومورفولوجية العامة لقاع المحيط . وإختلاف أعماق المياه ، وتنوع خصائصها الطبيعية في تحديد العائلات المختلفة من البنتوس فوق أرضية الأجزاء المختلفة من قاع المحيط . وتتميز كائنات البنتوس بخصائص فسيولوجية متعددة خاصة في منطقة الرافد القارية ، حيث يصبح في إمكان هذه الكائنات أن تستمد قسطاً كبيراً من أشعة الشمس في هذه البيئة الأخيرة ، وأن تجد غذائها متوفراً ، والذي يتمثل في كائنات الفيتوبلانكتون والزوبلانكتون وبعض الكائنات البحرية الأخرى .

ويعظم تجمع عائلات البنتوس خاصة في المناطق الغنية بكائنات البلانكتون فمثلاً عند مدخل بحر البلطيق وفي مياه مضيق كانجيات Kattegat ، قدر بعض الباحثين أن في كل منطقة مائية مساحتها نحو ٢٥٠٠ ميل مربع تحتوي على نحو ٢٣٠٠٠٠ طن من أسماك الدرجة الأولى (ذات الأهمية الاقتصادية) . ونحو ٢٨٠٠٠٠ طن من أسماك الدرجة الثانية . وقد ساعد وجود كميات البنتوس الهائلة بهذه المسطحات المائية على إمكان صيد نحو ١٣٠٠٠ طن من أسماك البللس سنوياً . وتتناول عائلات البنتوس غذائها بواسطة ثلاث طرق مختلفة تتمثل فيما يلي :

١ - يمتص بعضها الغذاء الدقيق الحجم والمعاق بالمياه وتعمل هذه الكائنات على فصل الغذاء عن بقية المواد الأخرى .

ب - تعيش مجموعات منها على الفضلات والرواسب التي ترسب أو تترام فوق قاع المحيط .

ج - يعتبر بعضها الآخر حيوانات مفترسة آكلة لحوم Carnivorous أو بمعنى آخر تتغذى على إلتهام مثيلتها والأصغر منها حجماً أو عمراً .

وتختلف أشكال البنتوس تبعاً لطبيعة قاع البحر الذي تنشأ فوقه . فتمتيز عائلات البنتوس التي تعيش فوق قاع المحيط المغطي بالرواسب المختلفة بخصائص فسيولوجية متنوعة ، وعلى سبيل المثال نلاحظ أن عائلات المايا Mya ، والكارديوم Cardium ، والأنسيس Ensis تدفن نفسها في رواسب قاع المحيط ، وتتغذى بواسطة خرطوم طويل مزود بقمها Siphon ، وكثيراً ما يبني خرطوم فيها فوق سطح قاع المحيط ، بينما يدفن الكائن جسمه في الرواسب ، وتقتات معظم كائنات البنتوس التي تعيش فوق القاع الصخري على الرواسب والذرات المعلقة بالمياه بعد إمتصاصها وتصفيتها من المواد الأخرى . سمن أمثلة ذلك عائلة البوليزوا Polizoa . وتقتات بعض الأصداف ثنائية المصراع Bivalve على الرواسب المعلقة بالمياه . ومن ثم تفتح هذه الأصداف فوهاتها العريضة لإستقبال أكبر قدر من المياه ثم تقوم بتصفية ما يتمثل بالمياه من غذاء . ويدخل ضمن مجموعة البنتوس الأصداف التي تعيش فوق القاع الصخري للمحيط ، وكذلك أصداف الأويستر Oysters والأسكالوب Scollops (١)

وتتشكل كائنات البنتوس بأشكال مختلفة حتى ينسب لها استمرار البقاء في البيئة للطبيعة التي تعيش فيها . فتلا تدفن كائنات الأيكوتيد Echinocardium ، وكائنات النجوم اللامعة

1 - Laughton, A. S., (The Sea floor), Sci Prog, vol. 47, (1959), 230 - 249.

Amphiura filiformis نفسها في الرمال . ومن غذاء الأرواح الرمال وبعض المواد العضوية التي قد تلتصق فوق أسطح مشورها . بينما تستخدم البانوية أزرعها المطاطة السريعة الحركة للحصول على الغذاء اللازم لبقائها ، ومرتبات البنوش كذلك بعض مجموعات من كائنات القوراءينغرا . ولكن تختلف هذه الكائنات الأخيرة عن القوراءينغرا البلاتكتونية *Planktonio, foramonifera* التي تتكون من أهداف جيرية . وتبقى كائنات القوراءينغرا البانوية لنفسها مساكن لها ، تعيش فيها وحولها كذلك قنبي كائنات موسميغرا واستيكا *Psemmosphaera Rustica* انفسها بيوت على أشكال كروية هندسية جميلة ، ذلك على الرغم من أنها لاتملك حاسة البصر أو الحواس العضوية الأخرى .

أما أنواع البنوش الآكلة للحوم فهذه لم تدرس بالتفصيل إلا منذ عهد قريب فقط ، ومنها تلك الكائنات المعروفة باسم الديدان النافشة *Polusbaetes* ، وفيران البحر *Aphrodite* ، وكسلانة البحر *Nudibranchs* ، وسمك النجمة *Starfish* ، وتتغذى هذه الكائنات إما على غيرها من ديدان البحر وقواقعها وأصدافها أو قد تتغذى بأكل مثلثتها الأصغر منها حجما .

وتعد عائلات الكابوريا (*Crabs*)^(١) والجربى *Shrimps* ، والسرطان

(١) يدعى ثأموجلو (الكابوريا) *Crab* عبارة عن حيوان مفصلي *Arthropod* يشبه الدرة *Oyster* . القواقع *Snail* والحبار مثل حبار البسط *Cuttlefish* كالب ، تنتمي إلى الرخويات *Molluscs* وتختلف الرخويات عن المفصليات والفقاريات في أن ليس لها هيكل ، ومن الرخويات صدفة خارجية ، ولكن لا تملك هذه هيكل لها . وتنقسم الرخويات إلى ثلاث مجموعات رئيسية هي : -

أ - ذات المصراع *Bivalves* أو صماغية الخياشيم *Lamellibranchs* (مثل بلع البحر ومحار الجندي) .

ب - ذات المصراع الواحد *Univalves* أو البطقدميات *Gastropods* (مثل القواقع) .

ج - الرأسقدميات *Cephalopods* ، تشمل على الأخطبوط *Octopuses* وحبار الأسكويدي وحبار البسط . بالإضافة إلى مجموعات أخرى إرتوية عرفت باسم ثنائيات المصعب ، ومجذافية القدم ، ووحيدة اللوح .

البحرى Lobsters من العائلة الكبرى المعروفة بالقشريات « كرتاسيا Crustacea » وتعيش هذه الكائنات عادة فوق القاع الصخري للمحيط . وجدير بالإشارة إلى أن الإنسان ينفذ على نوع واحد فقط من عائلة الكابوريا . أما بقية الأنواع الأخرى مثل تلك التى تعيش فى داخل الصراع الحالى للجاستروبود وغيرها فليست صالحة للطعام .

الكائنات البحرية الحية التى تعيش بالقرب من قاع المحيط

اسماك التمرسال Demersal Fish

تقسم هذه المجموعة من الكائنات البحرية بدورها إلى قسمين رئيسيين تبعاً لاختلاف شكلها العام وهما : —

(١) الأسماك المسطحة الشكل Flat Fish وأهمها :

البليس Plaice ، والسول Sole والهابوت Halibut

(ب) الأسماك المستديرة الشكل Round Fish وأهمها :

الكود Cod ، والحادوك Haddock ، والهيك Hake

١ - الأسماك المسطحة الشكل

تتخذ الأسماك الشكل المسطح عندما تعيش معظم أوقاتها بالقرب من قاع البحر . وتشكل الأسماك نفسها فى هذه الحالة تبعاً لظروف البيئة التى تعيش فيها ، وتتخذ لنفسها جسماً مسطحاً ، وتتحول أعينها بالتدريج إلى جانب واحد من رأسها . ومن أحسن أمثلة هذه المجموعة من الأسماك البليس Pleuronectes Platessa) الذى يعد أهم أسماك بحر الشمال من الناحية التجارية . ويتنقل سمك البليس من موقع إلى آخر . وجسمه دائماً

في موضع معين بحيث يكون جانب وجهته إلى أسفل ، أما ظهره فيكون إلى أعلى مواجهاً للمياه السطحية . ويتلون جانبه الأعلى باللون الذي يتطلب على لون البيئة المائية التي يعيش فيها ، وغالباً ما يكون بنيًا . (١)

وتفرز أنثى هذه الأسماك كميات هائلة من البيض قد تبلغ نحو ٦ مليون بيضة في المرة الواحدة . ويضع أنثى البلش بيضها في منتصف فصل الشتاء في الجزء الجنوبي الغربي من بحر الشمال بمنطقة فليميش Flemish Bight . وعند رأس فلمبره Flamborough Head وبالمياه الساحلية الواقعة إلى الجنوب من مدينة سكاربره Scarborough وعلى طول الساحل الشمالي الشرقي لإسكتلند ، وفي البحر الإيرلندي . ثم تعمل التيارات البحرية على نقل كتل بيض السمك صوب الساحل الشمالي لهولندة ، أي ينقل هذا البيض من مكان وضعه في القمم الجنوبية الغربي من بحر الشمال إلى المسطحات المائية الشمالية الشرقية منه وقد



(شكل ١٧١) موقع وضع بيض سمك البلش وبحرك لأبنة إلى أرض الحضارة على طول الساحل الهولندي

تبين للعلماء ذلك من نتائج التجارب التي أجريت بواسطة الزجاجات العائمة التي تطفو على سطح مياه البحر . وتدفع الأمواج والتيارات البحرية هذه الزجاجات من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي على طول الساحل الهولندي (٢) كما دلت نتائج هذه الدراسات كذلك بأن متوسط سرعة نقل البيض في هذا الاتجاه السابق تتراوح من ١٥٠ إلى ٣ ميل في اليوم (شكل ٧١ - أ) .

1 - Wimpenny, R. S., (The plaice), London, 1953,

2 - King, C. A M., (Oceanography...), London, 1962.

ب - الاسماك المستديرة الشكل

من أهم أنواع الأسماك المستديرة الشكل تلك المعروفة باسم الكود، والهادوك، والهيك . وستتحدث في الصفحات التالية عن مصايد سمك الكود وهجراته ذلك لأنه يعتبر أهم هذه الأسماك من الناحية التجارية وأكثرها إنتشاراً في مياه بحر الشمال خاصة (شكل ٧٢) والمياه المعتدلة الباردة ببحار العالم عامة . ويصاد الكود على طول السواحل الغربية والشرقية للمحيط الأطلسي الشمالي



(شكل ٧٢) : مناطق تكاثر بعض المجموعات السمكية وانتشارها في المياه المحيطة حول الجزر البريطانية

والسواحل الشمالية للجزر الإسكندنافية . وتمتد مصايد جنوباً حتى دائرة عرض رأس هتراس Cape Hatteras (دائرة عرض ٣٥° شمالاً على الساحل الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية جنوب خليج شيسبيك) في الجزء الجنوبي الغربي من المحيط الأطلسي الشمالي ، وخليج بسكاي شرقاً .

وتتركز مصايد أسماك الكود ببحر بارنتس Barents ، والبحر الأبيض

White Sea بشمال الترويج ، وحول جزيرة إيسلند ، وعلى طول الساحل الترويجي الغربي وفي مياه بحر البلطيق - بحر الشمال وعلى طول الساحل الغربية للجزر البريطانية ، كما تردهر مصابيد سمك الكود في مياه الجراندي بانك Grand Banks حول جزيرة نيو فوندلاند . وحول سواحل جرينلاند وعلى طول الساحل الشرقى للولايات المتحدة الأمريكية . وقد وجد في مياه المحيط الهادى الشمالى كذلك نوع آخر من السمك يشبه الكود الذى يعيش فى مياه المحيط الأطلسى ، وأطلق عليه اسم « كود » كذلك ولو أنه لا ينتمى إلى عائلة الكود بمياه المحيط الأطلسى . ويصاد سمك الكود بمياه المحيط الهادى من المصايد الغنية حول الجزر اليابانية ، وبمياه الساحل الشمالى الغربى لأمريكا الشمالية .

وتبين من الدراسات البيولوجية أن هناك هجرة دائمة متواصلة بين عائلات الكود في المسطحات المائية المختلفة . فمثلاً تهاجر أسماك الكود من المياه حول جزيرة نيو فوندلاند إلى الشمال الشرقى صوب مياه جزيرة إيسلند . بينما تتجه أسماك الكود التى تعيش حول إيسلند شرقاً ، لتتصل بعائلات الكود فى بحر بارنتس شمال الترويج . كما انضح أن أسماك الكود فى مياه بحر الشمال ذات نوع خاص ينفصل عن بقية العائلات السمكية الأخرى ويعيش الكود فى بحر الشمال بالقرب من قاع البحر بالمياه الضحلة التى لا يزيد عمقها عادة عن ٢٠٠ قامة .

وتتوقف حركة أجنة الكود (كمثل بقية أجنة الأنواع السمكية الأخرى) تبعاً لإتجاه التيارات البحرية التى تدفعها من سطح مائى إلى آخر . وتبهما لتوزيع المواد الغذائية ومدى كثافتها على سطح الماء . فتفرز أبات أسماك الكود بعضها فى بحر بارنتس حول جزر لوفتن Lofoten فيما بين شهرى مارس وأبريل ، ثم تدفع الرياح والأمواج بيض السمك إلى بقاع « أرض الحصانة » فوق رفر سبتسبرجن القارى Spitzbergen Shelf . بينما قد تدفع التيارات المائية بعضها الآخر صوب المسطحات المائية الجنوبية الشرقية من بحر

بارنتس . وإذا دفعت الأجة إلى أرض الخضانة في الوقت المناسب لأزدهار
كائنات البلاكتون ، يعظم نمو أسماك الكود الصغيرة ويزداد انتشارها .

أما في بحر الشمال فتفرز أنثى أسماك الكود بيضها حول ساحل رأس فلديرة
Flamborough Head وفي أحواض لينج Ling Bank ، والنورث The Forties
وجريت فيشر Great Fisher Bank ، وذلك في الفترة من شهر فبراير إلى
أوائل شهر أبريل . وقد تفرز السمكة الواحدة نحو ٢ مليون بيضة في المرة
الواحدة . ويتوقف نمو أسماك الكود الصغيرة (عندما تبلغ من العمر نحو
شهرين ونصف) على مدى وفرة كائنات البلاكتون ونتجه في مسالكها مع
التيارات البحرية المختلفة التي لا تدفعها بأى حال من الأحوال خارج نطاق
بحر الشمال . وعندما تبلغ طول السمكة الواحدة $\frac{1}{2}$ بوصة لا تعتمد في
غذائها على البلاكتون فقط بل تتجه إلى القرب من قاع البحر (خاصة في
الأجزاء الوعرة منه لكي يصعب صيدها أو اقتناصها) لتحصل على ما تحتاج
إليه من غذاء . وعندما تبلغ سمكة الكود نحو سنتين من العمر ، يتراوح
طولها من ١٢ - ١٤ بوصة ، ومع ذلك فلا تبدأ إفراز بيضها إلا عندما تبلغ
نحو ٥ سنوات من العمر . ويبلغ متوسط طولها في هذه الفترة الأخيرة نحو ٢٨
بوصة ، وعندما يزداد طول سمكة الكود عن هذا الطول السابق يمكن لها أن
تتغذى على صغار أسماك الرنجة ، ولماكريل ، والمادرك ، وصغار الخنكيس
الرملي (ثعبان البحر Sand-eel) . ويصاد الكود عامة من معظم مياه بحر
الشمال ، ولكن تزداد كمية المصيد منه على طول سواحل الدانمرك في فصل
الشتاء ، بينما تتركز أعظم مصايده بالمسطحات المائية بشرق أسكتلند خلال
فصل الصيف (شكل ٧٢) .

الاسماك غير التجارية فوق قاع البحر العميق :

وتتشكل المائلات السمكية في الأعماق البعيدة (أبعد من ٥٠٠ متر مترا من سطح
الماء) بطوامر فيسيولوجية خاصة ، كما يؤثر الضغط وكية الضوء القليلة في
تنوع أشكالها العامة . ومن ثم يمكن أن نلخص الحقائق الآتية :-

١ - على الرغم من إنعدام الضوء على عمق ٥٠٠ متر من سطح البحر ، إلا أن الظهر العلوى للأسماك (الذى يواجه سطح الماء) أعمق لوناً من باطنها الذى يواجه قاع البحر .

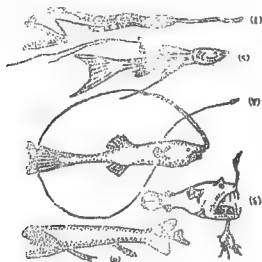
ب - يغلب على لون ظهر الأسماك التى تعيش فوق سطح الماء اللون الأزرق وذلك مثل الكاريل والبونيتيت والتونة . بينما تنتشر الأسماك القضيية اللون *Argyroteleus and Chauliodus* بالمياه التى تقع على عمق يتراوح من ٣٠٠ - ٥٠٠ متر . أما فى الأعماق البعيدة جداً ، فتتشكل الأسماك هنا بألوان مختلفة منها اللون الأحمر الوردى والألوان البنفسجية والبنية .

وإذا كان للضوء تأثيراً قوياً فى تشكيل ألوان أجسام الأسماك فإن عدم وجوده فى الأعماق البعيدة قد أثر هو الآخر فى التركيب الفسيولوجى لهذه الأسماك . فقد شكلت الأسماك نفسها عند هذه الأعماق بمخفاص متنوعة تساعدها على البقاء تحت هذه الظروف الطبيعية للمياه . تتميز أسماك المياه العميقة بصغر أحجامها ، وعظم قدرها على السباحة بسرعة شديدة . وعلى نصفية الغذاء الذى يتمثل بمياه البحر ، كما يمكن لبعضها أن تولد الضوء من أجسامها .

ومن الأسماك التى تعتمد على قوة اللمس أو الحس عند تحركها بالمياه العميقة مجموعات أسماك مكروفيرنكس *Macropharynx* (طولها ١٥ سم ، تعيش على عمق ٣٥٠٠ متر) ، وبأثيروس لونجيكودا *Bathypterois Longicauda* (طولها ٧ سم ، تعيش على أعماق ٧٠٠ متر) وجيجانتهكتيس مكرونيما *Gigantactis Meconema* (طولها ١٣ سم ، وتعيش على أعماق ٢٥٠٠ قدم)^(١) ومن ثم تميز هذه المجموعة من الأسماك بأجسامها الطولية الشكل وإجتواها

I . Sverdrup, H. U., (The oceans ...) Prentice Hall Inc. (1962).

على شعيرات حساسة ، وذبول طرفية تبدو على شكل الخيط المشدود لتساهم
 هي الأخرى في زيادة قوة الحساسية عند الأسماك (شكل ٧٣)



- | | |
|---|-----------------|
| Macropharynx. (ماكروفرينكس) | (١) ماكروفرينكس |
| Bathypetrolus longicaudus. (باتيبيترولوس) | (٢) لونجيكودا |
| Macroneura. (ماكرونيرا) | (٣) ماكرونيرما |
| Limnophyes macrodon. (لينوفيس) | (٤) ماكرونون |
| Malacosteus indicus. (ملاكوستيوس) | (٥) ملاكوستيوس |
| | (٦) إنديكوس |

(شكل ٧٣) بعض أسماك المياه العميقة

وتتميز بعض الأسماك التي تعيش في هذه الأعماق البعيدة بعظم حجم
 أفواهها بالنسبة الى جسمها الصغير ، واحتوائها على أسنان حادة جدا ، وأن
 لها القدرة على أن تبتلع بعض الأسماك الأخرى التي قد تفوق ثلاثة أمثال
 حجمها ، ذلك لأن أمعاء هذه الأسماك لينة ومطاطة بحيث يصبح من السهل
 على الأسماك شدها ، وجعلها أكثر اتساعاً . وقد نجحت عمليات التصوير
 الفوتوغرافي بالمياه العميقة جداً (عمق ٢٥ ألف قدم) على إيضاح بعض
 هذه الكائنات الحية ، ومجموعات أسماك المياه العميقة ، وطبيعة البيئة البحرية
 التي تعيش فيها . (لوحة ٢٢) .



(لوحة ٢٢) صورة لنقاع البئر في خائق رومانس عند عمق ٢٥٠٠٠ قدم ، لاحظ وجود
بعض السكائن البحرية داخل الدوائر عند هذا العمق البعيد .

رابعاً - الكائنات الحية التي تعيش - اقرب من سطح المياه بالبحار المفتوحة -

اسماك البالجك . The Pelagic Fish.

يبدأ تعيش مجموعة أسماك لدمرسال Demersal Fish بالقرب من قاع المحيط . فان مجموعة أسماك البالجك تقضى معظم أوقات حياتها بالقرب من سطح البحر وخاصة في مياه البحر المفتوح The Open Sea . وتعد أسماك الرنجة . Sardines (Clupea, Lerring Family) وسمك بروت Sp. at ، السردن ، والبشارد Pil Lard من أهم السمك التي تسمك لهذه المجموعة تبعاً لأهميتها الاقتصادية وأهم . تيز هذه لمجموعة من الأسماك هو تحركها في مجموعات أو أسراب كبيرة (Schools) ومن سم يسهل صيدها بكميات اقتصادية مجزية . وتتغذى أسماك الرنجة أساساً على كائنات الزوبلاكتون وخاصة كوبيبود كالانوس (copepod Calanus) وعلى ذلك فهناك تنافساً واضحاً بين هجرة كل من أسماك الرنجة وكائنات كالانوس

وعلى الرغم من أن مجموعة أسماك البالجك كعادتنا تنتشر في معظم المسطحات المائية إلا أن أسماك الرنجة بالذات (Clupea harengus) ، لا تشمل إلا بالمسطحات المائية المعتدلة الواقعة إلى الشمال من دائرة عرض ٥٠° شمالاً وإلى الجنوب من دائرة عرض ٣٠° جنوباً . وتتركز أهم مصايدها على جانبي المحيط الأطلسي ، وفي مياه خليج سانت لورنس St. Lawrence وبالمسطحات المائية حول جزيرة جرينلاند ، وعلى طول ساحل ليرادور ، وحول جزيرة إيسلند ، وبالمسطحات المائية التي تمتد فيما بين هذه الجزيرة الأخيرة وشمال النرويج ، وحول سواحل الجزر البريطانية وساحل بريتاني Brittany ولكن أعظم

المصايد إنتاجاً لارنجة هي مصايد بحر الشمال والساحل الغربي للنرويج (١) .
ويمكن تقسيم عائلات الرنجة في مياه المحيط الأطلسي إلى ثلاث مجموعات رئيسية هي : —

- ١ — رنجة بحر البلطيق Baltic Herring
ب — رنجة سواحل النرويج Norwegian Herring
ج — رنجة بحر الشمال نفسه North-Sea Herrings

وبلاحظ أن هناك ارتباطاً كبيراً بين هذه العائلات المختلفة من الرنجة ، كما اتضح أن بعضاً منها كان أعظم إنتشاراً أو إزدهاراً في زمن ماعنه في زمن آخر . فقد كانت رنجة البلطيق مثلاً ، أكثر إزدهاراً خلال العصور الوسطى ، وأدت إلى غنى الناعمين بصيدها والإشراف على تسويقها . وقد رجح باترسون Petterson ، بأن السبب في إزدهار أسماك الرنجة في مياه بحر البلطيق بهذا الشكل ، قد يرجع إلى حدوث حركات مد وجزر خاصة بالمياه ، كانت تؤثر بدورها في نمو البلانكتون ، وتتم هذه الحركة (حسب دراسات باترسون) دورتها الواحدة كل ١٨٠٠ سنة . وقد انخفضت كمية انصباب من الرنجة فيها بين ١٤١٦ — ١٤٢٥ ، انخفاضاً كبيراً ، نجم عنه فقر الصيادين وانكماش عددهم ، ومن ثم تحولت المصايد الكبرى للرنجة من مياه بحر البلطيق الى بحر الشمال . وتكونت هياكل أخرى جديدة تقوم بعمليات صيد الرنجة تحت الى إشراف الهولنديين .

وتتميز رنجة الساحل النرويجي بعظم حجمها إذا ما قورنت بأنواع الرنجة الأخرى في مياه القسم الجنوبي من بحر الشمال . وبينما تعيش الأولى لمدة

١ - Cushing D. H., (On the herring of the Southern North Sea)
Fish: Invest, London, (. ٩٥٧).

من العمر قد تبلغ نحو ٢٠ سنة ، لا يزيد عمر الثانية عن ١١ سنة . وقد تنقسم
مائلات الرنجة على طول سواحل شمال غرب أوروبا الى عدة مجموعات مختلفة .
نوعاً لاختلاف المواسم التي تفرز فيه الأسماك بيضها وتشمل : —

- ١ — مجموعة تفرز بيضها في الربيع .
- ب — مجموعة تفرز بيضها في أواخر الصيف وأوائل الخريف .
- ج — مجموعة تفرز بيضها في الشتاء .

وعلى نفس أسس التقسيم السابقة يمكن تصنيف أسماك الرنجة ببحر الشمال
نفسه إلى مجموعتين رئيسيتين هما . —

- ١ — مجموعة تفرز بيضها في فصل الربيع .
- ب — مجموعة تفرز بيضها فيها بين فصلي الخريف والشتاء .



(شكل ٧٤) المراكز الرئيسية التي تفرز فيها
الرنجة بيضها ببحر الشمال .

ويلاحظ من دراسة أسماك
هذه المجموعة الأخيرة أنها تفرز
في فرز بيضها كلما اتجهنا شمالا
بحر الشمال . فبينما تفرز
الرنجة بيضها في مياه جنوب
انجلترا خلال شهر ديسمبر الى
يناير ، يمثل موعد الإفرار في
الغال الإنجليزي في الفترة التي
تتقدم من نوفمبر الى ديسمبر ،
وفي المياه الواقعة الى الشرق من
الساحل الشرقي لإسكتلند تفرز
الرنجة بيضها في المدة من
أغسطس الى سبتمبر (شكل ٧٤) .

وعلى الرغم من أن أسماك الرنجة تضي معظم أوقاتها بالقرب من سطح مياه البحر ، فقد لوحظ أنها تمكنت بعض أوقات كذلك المياه العميقة أو إلى كتل المياه السفلية . فهي تشابه كائنات الزوبلانكتون من حيث تأثيرها بالضوء ومن ثم تقوم بحركة يومية رأسية حيث تنقل إلى أسفل أثناء النهار، ثم تصعد ثانية إلى سطح مياه البحر أثناء الليل . وتنتج الرنجة الذرويجية مثلاً إلى الطبقات السفلى من المياه لمسافة تبلغ ٧٥ قامة أثناء النهار ، وهو الحد الأدنى الذي يصل إليه الضوء في هذه المنطقة .

ولكن أهم ما يميز أسماك الرنجة ، نحر كها أفقياً من مسطح مائي إلى آخر على شكل أسراب هائلة تصعد إلى سطح مياه البحر أثناء الليل . ويبلغ طول كل سرب أو جماعة Shoals نحو ٩ أميال ، ويتراوح عرضها من ٢ - ٣ ميل . وقد أُنكل ميل مربع من مياه البحر قد يحتوي على ٥٠٠ مليون رنجة (١)

ومن بين الأنواع السمكية الأخرى لهذه المجموعة ، أسماك النمرودين ، والبليشاود ، والاسبرات ، والانشوجة Anchovies . وتنتشر هذه العائلات السمكية في معظم المسطحات المائية ، ويزدهر تعدادها ويعظم تكاثرها حول مياه سواحل كاليفورنيا ، واليابان ، وأمريكا الجنوبية ، وأستراليا ونيوزيلند ، وسواحل غرب أوروبا وجنوبها ، وكذلك مياه السواحل الجنوبية الأفريقية . وتتركز هذه الأنواع السمكية بمسطحات مائية تتميز بكثرة حدوث حركات التوازن الرأسية للمياه upwelling (٢)

وتأتي أسماك المكاريل Mackerel في القائمة بعد أسماك الرنجة من الناحية الاقتصادية بالمصايد السمكية الواقعة حول الجزر البريطانية . وتنقل أسماك المكاريل كذلك في أسراب وجماعات كبيرة وتتغذى أساساً على البلانكتون .

1 - Graham, M., (Sea-Fisheries), London, 1956.

2 - Carruthers, J. N., (Fish, fisheries and environmental factor)
Oceanus, 4. (1956), 14 - 20.

وتقع أهم مراكز صيد المكاريل بالمياه الواقعة على طول السواحل الجنوبية الغربية لإيجاترا . وتقوم أسماك المكاريل بهجرة فصلية رئيسية ، حيث تركب سطح الماء خلال شهر أكتوبر وتوجه صوب قاع البحر وتتغذى على بعض الفضلات المراكمة فوقه ، ثم تصعد الأسماك ثانية إلى سطح مياه البحر في شهر يناير على شكل أمراب هائلة .

وتسمى سمكة التونة *Tunna* إلى مجموعة أسماك البالك و تنتقل في جماعات كبيرة ، ولكنها تقوم بحركات من الهجرة الرأسية ويصاد كميات كبيرة من مجموعاتها عند عمق ٥٠٠ متر من سطح مياه البحر ، وقد تبين أن الأسماك تقوص شتاء إلى الأعماق البعيدة ، في حين تصعد ثانية إلى أعلى بالقرب من سطح مياه البحر في أوائل الربيع ، وعندما يحل الصيف تشق طريقها في أفواج نحو مياه الشواطئ الأكثر حرارة والأقل عمقاً ، حيث تضع أنثى التونة بيضها وبعد إتمام وضع البيض ، تنتشر أسماك التونة في جميع الاتجاهات للبحث عن طعامها المفضل من صفار السردين *Sardines* والأنشوجة *Anchovies* والرنجة *Herrings* . وتمكث أسماك التونة وقتاً طويلاً في المياه الضحلة ثم سرعان ما تختفي في المياه الأعماق مرة أخرى . وتضع أنثى سمك التونة عدة ملايين من البيض كل عام ، والقسم الأعظم من هذا البيض تلتهمه الأسماك . وبعد وضع البيضة بحوالي ٤٨ ساعة ، يخرج منها سمكة صغيرة بدون زعانف لا يزيد طولها عن جلف من البوصة . وبعد ثلاثة أشهر يصل وزنها إلى رطل واحد تقريباً ثم بعد عام تزن حوالي ٨ أرطال ويبلغ طولها نحو ٦٠ سم ، ولا يصل وزن سمكة التونة إلى ٢٠٠ رطل إلا عندما تكون في أوائل العام الخامس من عمرها . وتصل سمكة التونة إلى أعظم طول لها (٣ م) عندما يصبح عمرها نحو ١٥ سنة . ولون ظهر سمك التونة أزرق مائل إلى السواد بينما لون جانبيها وبطنها رمادي يحيل إلى اللون الفضي ، وجسمها مغطى بقشور *Scales* صغيرة ، وتعيش أسماك التونة في مياه البحر المتوسط والمحيط الأطلسي

وتتخفى مجموعات التونة خلال فصل الشتاء ويعظم ظهورها في مياه البحر المتوسط خلال الفترات الأخرى من السنة . وتركز مصايد التونة في البحر المتوسط حول سواحل جزيرة صقلية ، جزيرة سردينيا في مصايد فأفيجنانا F. vignana و تراباني Trapani ، وفي مياه سواحل تونس وليبيا والمغرب وفي مياه بحر صرمة وبحر إيجه

وقد أوضحت الدراسات الأخيرة توغراوية أن أسماك التونة تنتقل في جماعات كبيرة من المحيط الأطلسي إلى البحر المتوسط ، وتتخذ طريقتين هما :

١ - الطريق الشمالي بحوار سواحل جنوب أوروبا .

ب - الطريق الجنوبي ، بحوار سواحل شمال غرب أفريقية . وقد كان يظن أن أسماك التونة لا تقترب من السواحل الشمالية لمصر بسبب ما يقذفه نهر النيل من مياه ورواسب أمام الدلتا . وبعد حجز السد العالي للمياه والرواسب ، كان ينتظر أن أسماك التونة ستقترب بمجموعاتها من السواحل الشمالية لمصر . ولكن للأسف لم يحدث ذلك ، وقد يكون مرجعه إلى أن مجموعات الأسماك قد اعتادت على الطرق المألوفة لها خلال هجراتها السنوية للتكاثر .

خامساً - الثدييات البحرية

تنتمي الثدييات البحرية إلى عائلة « سيتاسيا Cetacea » وترمز هذه العائلة إلى كائنات بحرية ذات دماء دافئة وتتغذى عن طريق هذه الكائنات على ألبان الرضاعة كما هو الحال بالنسبة للحيوانات الثديية البرية ومن أهم حيوانات هذه المجموعة الحيتان ، وعجل البحر ، والدلفين Delphin^(١) . ويعتبر هذا

1 - Brown, S. G., (50 years of Antarctic whaling), Nat. Mag. 174, (1955), 88 - 90,

الحيوان الأخير أصغر الحيوانات الثديية البحرية حجماً، إذ لا يزد طوله عن بضعة أقدام فقط . ويسبح الدولفين في جماعات وتمارس القفز واللعب في الماء . وللدلفين فم أشبه بمنقار الطيور الصغيرة ولكن به أسنان عديدة ، وصوته أشبه بصوت البقرة ، كما أنه يسبح في المياه بسرعة فائقة . وتبعاً للأهمية الاقتصادية لكل من الحيتان ، وعجول البحر ، فيحسن أن نشير إليها بشيء من التفصيل .

(١) الحيتان Whales

تعد الحيتان أكبر الحيوانات الثديية في البحار والمحيطات ، بل يمكن القول أنها أكبر الكائنات الحيوانية سواء في البحر أو على اليابس في وقتنا الحالي . وقد بلغ طول أكبر حوت أصيد حتى الآن نحو ١٠٨ قدم ، وتمضى الحيتان كل أوقاتها في مياه البحر ولا تخرج منه إلى اليابس .

ونتيجة لوزن الحوت (نحو ١٢٠ طن) وحجمه الهائلين ، يتركب هيكله من عضلات قوية تساعد على السباحة السريعة جداً . ومن ثم يستطيع الحوت أن يقطع مسافة قد تبلغ نحو ٢٠ عقدة Knots في وقت قصير (١) . ويقع أسفل جلد الحوت السميك ثلاث طبقات مختلفة من الزيت والشحم تساعد الحوت على الاحتفاظ بالدفء من ناحية وحماية أعضائه الداخلية من عنف الأمواج وضغط الماء من ناحية أخرى . ولهذا أصبح في استطاعة الحوت أن يتوغل في الأعماق البعيدة حتى عمق ٢٠٠٠ متر (عندما يكون الضغط على جسمه يعادل ضغط مائتين وعشرين ألف طن تقريباً) ، وأن يطفو على سطح الماء بعد ذلك دون أن يعصاب بأي ضرر .

٩ - العقدة = الميل البحري Nautical Mile ، وهي عبارة عن وحدة قياس لسرعة السفن في البحار وتساوي ٦٠٨٠ قدم .

ويخزن الحوت في شرايين من جسده دماً نقياً مشبعاً بالأكسجين يستهلكه ببطء عندما يكون في أعماق البحر ، مما يسمح له البقاء تحت سطح الماء مدة طويلة . وقد يشعر الحوت على حين فجأة وهو في أعماق المحيط بحاجته للهواء . ومن ثم تشكل جسم الحوت بذيل أفقي عظيم يبلغ عرضه نحو ستة أمتار أو أكثر . يضرب به الماء ضربتين أو ثلاث ، فصرعان ما تؤدي إلى رفعه فوق سطح الماء ، فيخرج الهواء الفاسد من رئتيه في شبه نافورة هائلة ، ويستنشق الحوت بدلاً منه هواء نقياً .

وقد نجح الباحثون في معرفة عمر الحوت من دراسة تركيب أذنه واختلاف أشكالها . وتبين أن الحوت يمكن له أن يعيش إلى أن يبلغ نحو خمسين عاماً من العمر . وتتركز أهمية الحيتان في الزيت الذي يستخلص منها ، وبلغت كمية الإنتاج العالمي سنة ١٩٦٢ نحو نصف مليون طن ، وتنتج أربع دولاً نحو ٨٠ ٪ من مجموع هذه الكمية وتمثل فيما يلي : -

| | |
|------------------|-------------------------|
| النرويج | وتبلغ نسبة إنتاجها ٣٥ ٪ |
| اليابان | وتبلغ نسبة إنتاجها ١٩ ٪ |
| بريطانيا | وتبلغ نسبة إنتاجها ١٧ ٪ |
| الاتحاد السوفيتي | وتبلغ نسبة إنتاجه ٩ ٪ |

وقد تعرضت صناعة زيت الحوت للتدهور السريع بعد عام ١٩٣٠ حيث استخدمت مشتقات البترول محله . ولكن بدأت تهف هذه الصناعة على قدمها من جديد بعد أن تنوعت الأغراض التي يستخدم فيها هذا الزيت ، وأصبح زيت الحوت يدخل في صناعات المساحرين ، والروائح العطرية ، والصابون ، والعقاقير الطبية . وتستهلك دول شمال غرب أوروبا ، والولايات المتحدة الأمريكية نحو ٩٠ ٪ من جملة الإنتاج العالمي من زيت الحوت . أما صناعة عظام الحوت ، فقد تدهورت هي الأخرى تبعاً لتغيير « الموضة » ، ومدى

إقبال الناس على إستخدام هذه العظام في أغراض الزينة ، أو تشكيل الآثاث والأدوات المنزلية . وأصبحت عظام الحوت تستخدم الآن في صناعة الأسمدة أما لحمه ، فيمكن طهيه ، وحيث أنه غير جيد المذاق فيقدم غذاء للماشية بعد خلطه بالعلف ومواد أخرى . ومع ذلك فيؤكل لحم الحوت في بعض الدول مثل اليابان ، والصين ، والزرنيخ . وتطور عدد الحيتان التي تم صيدها عام ١٩٩٥ من بحار العالم من ٥٧ ألف حوت ، وانخفض هذا العدد إلى نحو ٣٥ ألف حوت عام ١٩٧٠ ثم إلى نحو ٣٢ ألف حوت خلال عام ١٩٧٠-١٩٧٢ . وتمثل أهم مناطق صيد الحيتان في بحار القارة القطبية الجنوبية (٥٠ ٪) من الإنتاج السنوي للحيتان في العالم) يلدها مياه المحيط الهادى الشالى والمياه المحيطة حول جزر اليابان .

وتصنف الحيتان تبعاً لاختلاف تركيبها الفسيولوجى الى مجموعتين رئيسيتين هما:

أولاً : الحيتان العظمية Whalebone Whales

ثانياً : الحيتان ذات الأسنان Toothed Whales

أولاً - الحيتان العظمية أو الخالية من الأسنان

يتميز كل حوت من حيتان هذه المجموعة بأن له فم كبير الحجم جداً بالنسبة لحجمه الكلى . ويحتوى فم الحوت من هذه المجموعة على مصفاة عظمية ، تعمل على تصفية الغذاء واستخلاص الأسماك من مياه البحر ثم ابتلاعها . ويجمع الحوت بهذه الطريقة كميات عظيمة من المياه في فمه العريض ثم يصفى ما فيها من غذاء ، وابتلعه مباشرة ، بينما تخرج المياه ثانية عن طريق فتحات مصفاة الحوت ، والتي تندفع الى أعلى بمساعدة ضربات اسنان الحوت المتعسرة . وإذا فتحت الحوت فمه ، فإن المسافة بين فكاه الأسفل ، وحلق الفم

يبلغ نحو أربعة أمتار ، وعظام فكها الأعلى تعد عظيمة السمك ثقيلة الوزن ، بحيث يبلغ وزنها أحياناً نحو طنّاً ونصف . وعلى الرغم من ضخامة حيتان هذه المجموعة إلا أنها لا تغذى لا على الأسماك الهلالية الصغيرة الحجم جداً ، وبعض كائنات البلانكتون الحيوانية ، والأسماك الصغيرة وبعض القشريات^(١) ويعزى ذلك إلى أن حلق الحوت ضيق جداً ، بحيث لا يزيد قطره عن سبع بوصات ، كما وأن الأنبوية التي توصل الغذاء إلى أمعاء الحوت لا يزيد قطرها عن خمس بوصات .

وتقسم هذه المجموعة من الحيتان عادة إلى مجموعتين ثانويتين هما : -

١ - الحيتان الأصلية The right whales

ب - حيتان الروركوالس The rorquals whales

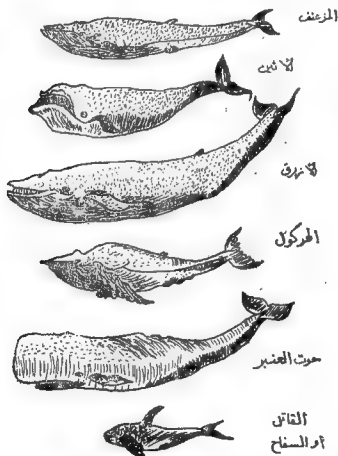
وقد كانت الحيتان الأصلية أساس عمليات صيد الحيتان منذ بداية هذه الحرفة . ولكن تبعاً لتوالي عمليات صيدها بصورة غير منظمة ، تناقص عددها وأصبحت الحيتان الأصلية ، خاصة تلك التي تعرف باسم *Balaena Glacialis* نادرة الوجود . وتعد جماعات الباسك Basques أول من قام بصيد هذه الحيتان على طول سواحل خليج بسكاي ، خاصة في القرنين العاشر والحادي عشر الميلاديين ، وكذلك صيادو الترويسج الذين كانوا يعملون على صيد حيتان شمال المحيط الأطلسي . وتبعاً لاضمحلال عائلة الحيتان الأصلية وتناقص عددها ، احتلت حيتان الروركوالس الأهمية التجارية الاقتصادية في عمليات صيد الحيتان ، وذلك منذ منتصف القرن التاسع عشر .

1 - Heezen, B. C. (Whales caught in deep-sea cable), Deep-Sea Research, vol, 4 (1957), 106 - 115.

وتتغذى الحيتان الرور كوالسية العظيمة إلى عدة مجموعات ثانوية تتمثل فيما يلي : -

١ - الحيتان الزرقاء *Balaenoptera Musculus*

وتتميز بعظم حجمها ، ويبلغ متوسط طول الحوت منها ١٠٠ قدم (شكل ٧٥) ، وقد أصيد منها (في الفترة من ١٩٥٥ - ١٩٥٦) نحو ٢٠٠٠ حوت . وتلد أنثى الحوت الأزرق جنيناً واحداً (أو قد تلد توأمين) مرة كل سنتين ، ويبلغ طول الجنين عند ولادته نحو ٢٣ قدماً ، ويولد عادة في شهر مايو . ويتغذى الرضيع على لبن أمه إلى أن يبلغ من العمر ستة أشهر . وهنا يبلغ



(شكل ٧٥) أشكال بعض أنواع الحيتان .

الزرقاء

طوله نحو ٥٠ قدماً ، ويصبح في استطاعته الاعتماد على نفسه للحصول على الغذاء اللازم له ، (شكل ٧٥) ٢

ب - الحيتان ذات الزعانف Balaenoptera Physalus

ويبلغ متوسط طول الحوت من هذه المجموعة نحو ٨٥ قدماً ، يرأسها منها عام ١٩٥٦ نحو ٣١٥٠٠ حوت أو بمعنى آخر ، بلغ نسبة مجموع المصاد من الحيتان الزرقاء عام ١٩٥٦ نحو ٢٥٪ من المجموع الكلي للحيتان ، بينما بلغت نسبة المصاد من الحيتان ذات الزعانف نحو ٥٤٪ من الكمية الكلية المصادة في العالم .

ج - الحيتان المحدبة الظهر (السمك) أو الهر كول :

Megaptera Novae-angliae

ويبلغ متوسط طول كل منها نحو ٥٠ قدماً ، وتتميز بتقوس عمودها الفقري مما يؤدي إلى إنشاء ظهرها ، ومن ثم قد يطلق عليه اسم «جل البحر» (شكل ٧٥) وتعيش هذه المجموعة من الحيتان في بسمار النصف الجنوبي للكرة الأرضية . وقد تبين أن مائلات الحيتان المحدبة الظهر تقوم برحلة سنوية إلى مياه السواحل المدارية في نصف الكرة الجنوبي خلال فصل الشتاء ثم تعود ثانية إلى مياه البحار الجنوبية الباردة ، وتعيش في مياه انارتيك خلال فصل الصيف الجنوبي . وحيث إن هذه المجموعة من الحيتان تعد صغيرة الحجم نسبياً ، كما أنها أقل سرعة في السباحة إذا ما قورنت بالحيتان الزرقاء مثلاً ، لذا فمن السهل صيدها (١) .

1 - Cowen R C., (Frontiers of the Seas), London (1969).

ثانياً - الحيتان ذات الأسنان

تتميز هذه المجموعة من الحيتان ببعض حجمها نسبياً إذا ما قورنت بعائلات المجموعة السابقة ، كما يحتوي فيها على بعض الأسنان الحادة ، ومن أهم عائلاتها :-

— الحيتان السفاحة أو القاتلة Orcinus Orca —

ويبلغ متوسط طول الحوت الذى ينتمى لهذه المجموعة نحو ٢٠ قدماً ، بل يبلغ طول إناثها نحو ١٥ قدماً فقط . وعلى الرغم من ذلك ، فهى تلتهم الحيوانات البحرية الأخرى ذات الدماء الدفينة مثل عجول البحر 'Seals' وخنائير البخر Porpoises . ويطلق الملاحون على هذا الحوت اسم « الكرامبوس » . ولا يهاجم هذا الحوت ، الحيتان الكبيرة الحجم مثل الأزرق أو المزعنف إلا إذا كان برقة مع زملائه ، وكثيراً ما تهاجم عصابة من هذه الحيتان (قد تتكون من عشرين حوتاً) على حوت واحد ، كبير الحجم ، ويقطعونه إرباً ويأثموا لحمه . ثم تأتى أسماك القرش^(١) Sharks لتلتهم بقية أجزاء الحوت وتشرب دمه .

(١) تشتهر بعض أسماك القرش Sharks بل بعض الحيوانات المفترسة بأنها آكلة الانسان Man eater ، وتعيش الفوش الكبيرة فى المياه المدارية الدفينة ، وتنتمى الفوش الى المجموعة المتميزة بوجود خصى فتحات خيشومية منفصلة على كل جانب خلف الرأس ومن أشهر أنواع القرش هى :

كلب السمك The dogfish الذى يعيش فى المياه الرملية اقرباً من السواحل ، وحمى القرش المربى The nurse Shark ويكثر فى المياه الاستوائية بالمحيط الأطلسى والقرش الأزرق The blue Shark . وهو من أكثر آكلى لحم الإنسان شراة . ويبلغ قامته السفن التى تسمى البعارج ، والقرش النمر The tiger - shark ، والقرش أبو شاكوش =

ب - حيتان العنبر :

وتعد أكبر عائلات الحيتان ذات الأسنان ، وأهم ما يميزها رأسها الكبير جداً بالنسبة لبقية حجم جسمها . ويبلغ متوسط طول فم هذا الحوت نحو ٢٠ متراً . (شكل ٧٥) ، كما يحتوي فكها الأسفل على بعض الأسنان التي يبلغ عددها نحو الأربعين . ويبلغ وزن السنة الواحدة نحو كيلو جرام واحد . ويخزن الحوت في مؤخرة رأسه كمية هائلة من الزيت بحيث إذا تم قصه ، يفتح الصيادون رأس الحوت ويدلون فيه الجرادل لأخراج الزيت منها . ومن ثم اكتسب هذا الحوت تسميته « بالعنبر » ، حيث تستخرج من إيمائه كتلة دهنية عبارة عن أنسجة مريضة في الحوت تعرف بالعنبر . ويصنع من هذه الكتلة الدهنية مواد ذات رائحة جميلة ، كانت تدخل في تركيب العفاقير الطبية ، إلا أنها تستخدم حالياً في صناعة الروائح العطرية الفاخرة .

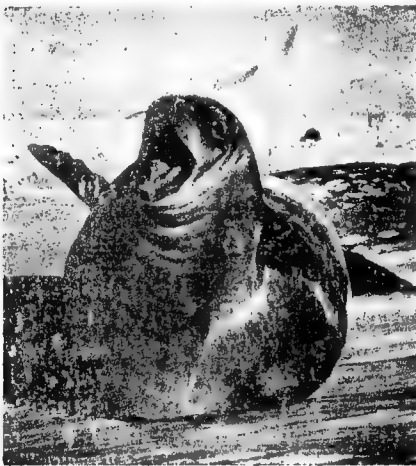
ومن الغريب أن ذكور هذا النوع من الحوت ، كثيراً ما تقابل مع بعضها وأد شوهذ ذات مرة حوتين ميتين بالمحيط الأطلسي الجنوبي ، وقد أغلق كل منهما فكه الهائل الحجم على جسم الآخر وتبعاً لعمليات صيد الحوت المستمرة ، غير المنتظمة ، وأن أدوات وسفن الصيد الحديثة يسرت عملية صيد الحيتان ، تدهورت عائلات الحيتان بالبحار وانكشك أعدادها وعلى ذلك أنفقت الدول القائمة بصيد الحيتان (مثل النرويج ، اليابان ، بريطانيا ، والاتحاد السوفيتي) ، على تنظيم عمليات صيد الحيتان ، وأصدرت عام ١٩٤٦

The Hammerhead = وله رأس أشبه بالطرنة والقرش الأبيض العظيم
 The great white shark ، والقرش الناب Fox-Shark والقرش الحوت .
 وهو أكبر الأسماك جيمها وقد يصل طوله الى ١٨ م ووزنه نحو ٧ أطنان والقرش الطحلان
 The Tpe ويسير في المياه المعتدلة وحول الساحل الجنوبي الشرقي للجزر البريطانية ،
 ومتوسط طوله نحو ٢ متر فقط وهو ولود حيث قد يلد ثلاثين صغيراً في المرة الواحدة .

فأثونا دوليا ، بقصد حماية الحيتان من الانقراض وينظم في نفس الوقت عمليات صيدها .

(٢) عجول البحر Seals

تعد عجول البحر كذلك من الثدييات التي تلد وتوضع صغارها ، وهي كبيرة الحجم بالنسبة للأسمالك ، إلا أنها أصغر من أقل أى من الحيتان حجبا ، كما أنها تختلف عن الحيتان كذلك في أنها تقضى بعض أوقتها فوق اليابس



(لوحة ٢٣) عجول البحر .

المجاور للبحر (لوحة ٢٣) وعلى ذلك فمن السهل قنص عجول البحر وهي
مجمعة على شاطئ البحر ، ومن ثم إنخفاض عددها خاتمة منذ بداية القرن
الماضى . وقد شرعت الاتفاقات الدولية بين الدول التي يعنىها عمليات صيد
عجول البحر حتى تنتظم عمليات صيدها ، ويتحسن نموها وتكاثرها .

وتتمثل أهم مناطق تركيز عجول البحر في جزيرة برييلوف Pribilof
بجوار ساحل ألسكا ودلت نتائج الدراسات البيولوجية على أن عجول البحر
تعيش في مياه المحيط الهادى خلال الفترة من سبتمبر إلى مايو ، وتنتقل
بالمسطحات المائية فيما بين كاليفورنيا جنوباً ، وسواحل ألسكا شمالاً .
وخلال النصف الأول من شهر مايو تتجه عجول البحر إلى ساحل جزيرة
برييلوف ، حيث يولد صغار عجول البحر (يعرف جرو عجل البحر
بالإنجليزية باسم Pups) وفي هذه الفترة يتطاحن كبار الذكور من عجول
البحر لاختطاف الإناث ، حيث يضع عجل البحر تحت حوزته أكثر من
أنثى ، وكثيراً ما يبدو واقفاً بجوارهم جميعاً لحمايتهم من الذكور الأخرى
وفي أكتوبر أى بعد نحو ستة أشهر تبدأ عجول البحر الصغيرة النزول إلى مياه
المحيط .

ويعتبر شهر سبتمبر ، أوفى الأشهر للقيام بصيد عجول البحر حيث يهبط
من السهل قتل عجول البحر الكبيرة (الذكور والإناث منها على السواء) ،
ومن ثم ترك عجول البحر الصغيرة في مياه المحيط الباردة أو بجوار الساحل
الصخرى دون حماية ولتموت من الجوع . ولقد قدر الباحثون أن عدد عجول
البحر عام ١٩١٠ كان نحو ٢٠٠٠٠٠ عجلاً ، بينما كان عدد هذه العجول البحرية
أكثر من ١٠ مليون عجلاً عام ١٨٧٠ (١) .

ويبدو فراء عجل البحر عند بداية مولده سميكاً وأيضاً وصوفياً . ولكن

١ - Glaeyer, J. (The White Desert), London 1954.

بعد أسبوعين من ولادة الجرو ، يتغير جلده سريعاً ويصبح لونه بنياً . وعندما يبلغ عمر عجل البحر ثلاث سنوات يتميز جلده بظهور بعض البقع الغامقة اللون ، فضلاً عن أن شعره يصبح قصيراً . (نوحه ٢٢) . ويستخدم جلد عجل البحر في الصناعات الجلدية مثل الأحزمة الجلدية ، وحافظات النقود .

وبالنسبة للأسكيمو يعد عجل البحر عصب حياتهم حيث يأكلون لحمه ويستخدمون جلده وفرائه في عمل الملابس ، وصنع الأدوات اللازمة لهم ، ويستخدم زيتته وشحمه كوقود . ويصنع الأسكيمو من جلود عجل البحر الكثير القوارب الجلدية وخيامهم المصنوعة ، وما يتبقى من عجل البحر من مواد لا تلزم الأسكيمو أنفسهم ، يقدمونها غذاء لكلابهم .

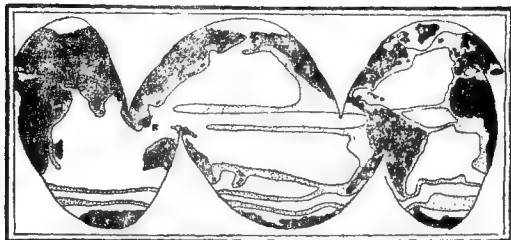
الفصل السابع عشر

الانتاج العالمى من الاسماك

تختلف طبيعة الكائنات البحرية ، وتنوع أشكالها ومجموعاتها ومدى كثافتها بمياه البحار ، تبعاً لمدى وفرة البلاكتون النباتية بالمياه . وكما سبق الذكر بأنه يؤثر فى نمو هذه الكائنات النباتية مدى وفرة المواد الغذائية المنعشة لها Nutrient Materials ، و كمية الأشعة الشمسية الساقطة ، وتحركات التقلب الرأسية بالمياه . على ذلك قسم الباحثون المسطحات المائية للبحار والمحيطات إلى مجموعتين رئيسيتين هما :-

- ١ - بحار ذات مياه خصبة : ويقصد بها تلك المياه البحرية التى يتوفر فيها المواد الغذائية والبلاكتون النباتية ، والتى يجمع فيها العائلات السمكية بحيث يسهل صيدها بصورة إقتصادية (شكل ٧٩) .
 - ٢ - بحار ذات مياه قاحلة : ويقصد بها تلك المياه البحرية التى يقل فيها وجود المواد الغذائية ، وكائنات البلاكتون النباتية .
- وحتى عهد قريب أعتقد كثير من الباحثين أن المناطق العظمى لعهد الأسماك تتمثل فى المسطحات المائية الآتية :-
- ١ - المسطحات المائية البحرية بالعروض المعتدلة الباردة ، حيث تتميز مياه البحر بوفرة المواد الغذائية والبلاكتون تبعاً لتعرضها لعمليات التقلب الرأسية بالمياه .

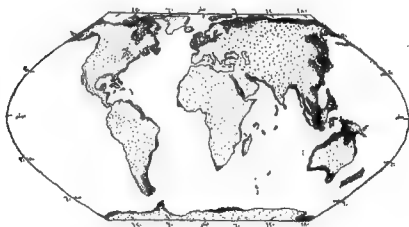
ب — المسطحات المائية لمناطق الرقارف القارية . حيث إنها تعد بيئة طبيعية مناسبة لنمو الأسماك .



مسطحات مائية ينمو فيها المواد الغذائية اللازمة للمأكولات البحرية

(شكل ٧٦) التوزيع الجغرافي للمسطحات المائية الخصبة بماء البحار والمحيطات .

وإن دراسة الخريطين (شكل ٧٧ و شكل ٧٨) ، يتبين أن أعظم مناطق صيد الأسماك في بحار العالم تتمثل في المسطحات المائية المعتدلة الباردة ، والباردة . بالنصف الشمالي للكرة الأرضية . كما تشغل هذه المصايد العظمى كذلك



(شكل ٧٧) التوزيع الجغرافي للرقارف القارية .

المسطحات المائية للرفارف القارية ومع ذلك فنلاحظ نقطتين هامتين هما : -
 ١ - إن هناك بعض مناطق من مياه الرفارف القارية في العروض المعتدلة الباردة والباردة ، لا تمثل مناطق صيد عظمى ، ومن بينها مياه الرفرف القارى للساحل الجنوبي الشرقى لأمریکا الجنوبية، ومياه الرفرف القارى للساحل الجنوبي لأستراليا .

٢ - إن هناك مصايد عظمى للأسماك تتمثل في المياه المدارية والاستوائية ولا تقع مياهها فوق روافد قارية متسعة . ومن أمثلة ذلك المسطحات المائية المجاورة لساحل بيرو، والتي أصبحت اليوم من أعظم مصايد الأسماك على الرغم من ضيق الرفارف القارى وعظم عمق المياه أمام خط الساحل .



(شكل ٧٨) أهم مناطق صيد الأسماك في العالم .

يتضح مما سبق أنه من الصعب إرجاع خصوبة مياه البحر إلى عامل واحد ، بل قد يكون هناك أكثر من عدة عوامل مجتمعة تتمثل في بيئة بحرية معينة ، وتساهم كلها مجتمعة في تكوين البيئة المناسبة لنمو المجموعات السمكية وتكاثرها ويمكن أن نلخص أهم هذه العوامل فيما يلي : -

(١) وفرة المواد الغذائية :

تتشكل العائلات السمكية والكائنات الحية بمياه البحار تبعاً لمدى وفرة المواد

الغذائية بهذه المياه . وتختلف كثافة هذه المواد الغذائية ويتنوع توزيعها بمياه البحر من فصل الى آخر تبعاً للعوامل الآتية : —

١ - طبيعة الأشعة الشمسية الساقطة فوق المياه ، وكية الضوء الذى نكتسبه المياه السطحية ، حيث تساهم هذه الأشعة فى عملية التمثيل الكلوروفيل وتحويل المواد الغذائية غير العضوية الى مواد عضوية بسيطة .

ب - حركة التقلب الرأسية بالمياه ، وتساعد هذه الحركة على تجديد كائنات البلاكتون باستمرار ، وتشبه هذه العملية حركة تقليب الأرض الزراعية .

ج - تقابل تيارات بحرية مختلفة ، (باردة ودفيئة) ، وأن تحمل هذه التيارات معها كميات كبيرة من المواد الغذائية ، ويساعد ذلك على تكوين مسطحات مائية غنية بالأسماك .

(٢) مودولوجية قاع المحيط واعماله :

تقل مجموعات الأسماك فى الأعماق البعيدة جداً من البحر تبعاً للضغط الشديد الواقع عليها ، ولظروف البيئة الطبيعية القاسية (انعدام الضوء ، وقلة المواد الغذائية) التى تعيش فيها الكائنات الحية . وعلى ذلك تتجمع معظم المجموعات السمكية الهامة اقتصادياً فى المياه البحرية بحيث لا يزيد عمق هذه المياه عن ٦٠٠ قامة . ومن ثم نلاحظ أن مناطق الرفارف القارية تميزت منذ بداية اشتغال الانسان بحرفة صيد الأسماك بأنها أعظم مناطق الصيد البحرى ولكن تبعاً للتقدم فى صنع آلات الصيد البحرية الحديثة ، أمكن الخروج من نطاق الرفارف القارية الى داخل المحيطات المفتوحة ، والقيام بأعمال الصيد . الا أن الصيد هنا كذلك يقتصر على صيد تلك الأسماك التى تتجول فوق سطح المياه ، أو على أعماق لا تزيد عن ٦٠٠ قامة من سطح البحر . وتنوع العائلات السمكية تبعاً لطبيعة قاع البحر سواء أكان رملياً أو طينياً أو خصوصياً أو صخرياً ، وعلى مدى عمق هذا القاع .

(٣) علاقة المجموعات السمكية بالخصائص الطبيعية للمياه :

تؤثر الخصائص الطبيعية للمياه (وخاصة درجة حرارتها ، ونسبة ملوحتها) في نوع العائلات السمكية التي تعيش فيها ، وطبيعة هذه الأسماك بالمياه خلال مواسم السنة المختلفة . فتحدد درجة حرارة المياه مثلاً المناطق الصالحة لأن تكون أرض جفانة للأسماك Nursing Ground ، كما تؤثر درجة حرارة المياه في الجهاز العصبي للأسماك ودرجة نشاطها العام وعلى ذلك إذا ارتفعت درجة حرارة المياه السطحية أثناء النهار عن الحد الذي تتطلبه مجموعات الأسماك ، سرعان ما تنجس هذه المجموعات السمكية إلى المياه السفلية الباردة نسبياً . ومن ثم لاحظ الباحثون الحركة الرأسية اليومية للأسماك تبعاً لاختلاف درجة حرارة المياه السطحية أثناء النهار والليل . (١) .

وتؤثر الملوحة في نوع مجموعات الأسماك المختلفة ، حيث إن هناك أسماك تتحمل نسبة الملوحة المرتفعة بمياه البحر ، ولها القدرة على أن تعيش في مياه تختلف فيها نسبة الملوحة من وقت إلى آخر ، بينما هناك أسماك أخرى يتأثر نموها تأثراً شديداً إذا ما تغيرت نسبة الملوحة تغيراً فجائياً . وقد تؤثر زيادة نسبة الملوحة بالمياه كذلك على قدرة بويضات الأسماك على الطفو فوق سطح الماء . ومن ثم قد تندفع هذه البويضات إلى أسفل مع المياه الأكثر كثافة ، وتعرض للهلاك ، أو قد تبتلعها الأسماك .

ولا تقتصر هجرة الأسماك على الحركة الرأسية التي تقوم بها ، تبعاً للاختلافات الزمنية في درجة حرارة المياه . ولكن تقوم بعض مجموعات الأسماك بهجرات أفقية من كتل مائية إلى أخرى تبعاً لتغير الخصائص الطبيعية والبيولوجية بالمياه . وعلى سبيل المثال نلاحظ أن أسماك السردين تقوم بهجرة فعلية من مياه إلى أخرى ، حيث تبحث أفواج السردين دائماً عن المياه المعتدلة

1 - King, C. M. A., (Oceanography for geographers, London, 1962

الحرارة والتي تنتشر فيها كمائنات البلاصكتون النباتية والمواد الغذائية الأخرى^(١). وقد تعودت أفواج السردين العظمى القدوم أمام السواحل الشمالية لمصر (خاصة ساحل الدلتا) خلال كل فيضان تبعاً لانخفاض نسبة ملوحة المياه، واعتدال درجة حرارتها، ووفرة المواد الغذائية فيها خلال هذا الفصل. ولكن يلاحظ في الآونة الأخيرة بعد أن احتجزت مياه فيضان النيل خلف السد العالي، إنكشت مجموعات السردين بالمياه المصرية. ولم يصاد منها عام ١٩٦٥ سوى كمية محدودة جداً لا تزيد عن ٣٠٪ من جملة الإنتاج السنوى للسردين خلال السنوات السابقة.

وعلى ذلك يحسن أن نشير إلى أهم المصايد العظمى للأسماك في مستطحات بحار العالم، وبالظروف الطبيعية والبشرية التي ساهمت في تطوير هذه المصايد واستغلالها.

التوزيع الجغرافي للمصايد السمكية العظمى فوق سطح كوكب الأرض

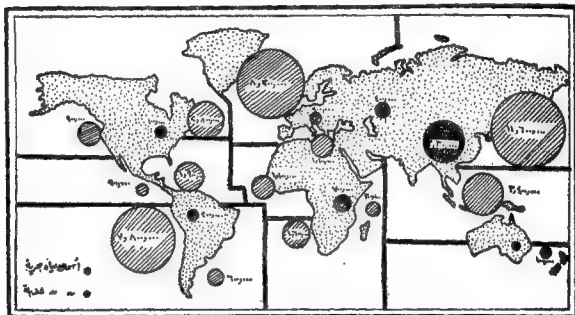
تمثل مناطق الصيد العظمى للأسماك في كل من المياه العذبة فوق القارات (البحيرات، والأنهار، وبعض الحقول الزراعية)، ومياه البحار والمحيطات التي تغطي نحو ٧١٪ من سطح كوكب الأرض. ومن ثم كانت للمحيطات البحرية أعظم أهمية من الناحية الاقتصادية، حيث يصاد منها نحو ٩٢٪ من جملة الإنتاج السنوى العالمى للأسماك.

ويعتبر إقليم شرق آسيا أعظم منطقة لصيد الأسماك من المياه العذبة، حيث كان جملة إنتاجه عام ١٩٦٧ نحو ٣٥٣ مليون طن، ثم يلي هذا الإقليم

1 - Carruthers, J. N.; (Fish, fisheries and enviromental factors) Oceans, vol. 4 (1956), 14 — 20.

(٢) يقصد بذلك مصايد الأسماك في البحار وكذلك تلك في بحيرات وأنهار اليابس،

منطقة البحيرات الاستوائية في أفريقية حيث بلغ إنتاجها عام ١٩٦٣ نحو ٧٠٠٠٠٠ طن ، بينما كان جملة إنتاج الأسماك من منطقة البحيرات الأمريكية (إيرى ، ألتاريو ، متشجن . هورن ، وسوبيريور) في نفس هذا العام نحو ١٠٠٠٠٠ طن . (شكل ٧٩) .



(شكل ٧٩) المناطق العظمى لصيد الأسماك من مياه البحار ، ومن المياه العذبة حسب احصاءات ١٩٦٣ (بالأطنان)

وتربى أسماك المياه العذبة في جنوب شرق آسيا في بحيرات ومستنقعات ضحلة ، وكذلك في حقول الأرز التي تنفطش أرضيتها بكميات كبيرة من مياه الفيضانات النهرية . وعلى ذلك قد تعتبر حرفة صيد الأسماك في هذه المناطق الأخيرة أقرب إلى حرفة الزراعة منها لحرفة الصيد . وتختلف البيئة الطبيعية لمناطق تربية أسماك المياه العذبة من منطقة إلى أخرى ، وذلك تبعاً للخصائص الطبيعية للمياه نفسها (الحرارة - الملوحة - الكثافة - الضوء - المواد العالقة بالمياه .) ونوع التربة ، ومدى تنوع الكائنات الحية فيها وطول فصل موسم الفيضان . وتكاد تتركز مناطق صيد الأسماك بالمياه العذبة

في المناطق الضحلة من الأنهار والبحيرات . فتصاد الأسماك من البحيرات الأمريكية ، وبحيرات الهضبة الإستوائية الأفريقية من المسطحات المائية الضحلة بهذه البحيرات . (١)

وحتى عام ١٩٠٧ كانت المناطق العظمى لمصيد الأسماك البحرية تتركز أساساً في المسطحات المائية البحرية بالنصف الشمالي من الكرة الأرضية ، وخاصة بحوار السواحل الشرقية للقارات . ومن أظهر هذه المصايد تتمثل بالمسطحات المائية للسواحل الشرقية لليابان ، والسواحل الشرقية لأمريكا الشمالية ، والسواحل الشرقية للجزر البريطانية وبقية حوض بحر الشمال ، والسواحل الشرقية لجرينلند وأيسلند . ويعزى ذلك إلى أثر حركات التقلب الرأسية للمياه بهذه المناطق تبعاً لتقابل التيارات البحرية الدفينة والباردة ، التي تجلب معها كميات عظمى من المواد الغذائية للأسماك . ولكن كان نتيجة لعمليات الصيد غير المنظمة *over fishing* . بهذه المناطق السابقة ، واستغلالها دوماً مدة طويلة من الزمن أن بدأ يتخفص الإنتاج السمكي منها . وظهرت بالتدريج مناطق عظمى لمصيد الأسماك في مواقع أخرى متفرقة تتميز مياهها كذلك بتجديد طبقاتها وحركة التقلب الرأسية فيها ، ووفرة المواد الغذائية بها . إلا أنها قد لا تحتوي على مناطق واسعة من الرفارف القارية مثل تلك التي تتمثل بمناطق الصيد العظمى القديمة . وعلى ذلك بدأت تصحول مناطق الصيد العظمى إلى السواحل الغربية للقارات ، خاصة إذا ما كانت الظروف الطبيعية والبيولوجية مناسبة لنمو الأسماك وتكاثرها . ومن أهم هذه

1 - Thoman, R. S., (The geography of economic activity), New York, 1962.

المناطق حسب بيانات عام ١٩٦٢ ، السواحل الغربية ليرو ، حيث كانت إنتاجها في هذا العام ٧٨٠٠٠٠٠ طن . وتليها السواحل الغربية لجنوب أفريقية حيث كان إنتاجها في نفس هذا العام نحو ١٦٠٠٠٠٠ طن ، بينما كان حصة إنتاج ساحل شمال غرب أفريقية نحو ١٦٠٠٠٠٠ طن وإنتاج الساحل الغربي لكندا نحو ٩٠٠٠٠٠ طن من الأسماك في عام ١٩٦٣ . (شكل ٧٩) .

وتعد المسطحات المائية البحرية حول الجزر اليابانية أعظم المناطق إنتاجاً للأسماك في العالم حيث كان إنتاجها من الأسماك عام ١٩٦٣ (١) نحو ١١٦٠٠٠٠٠ طن . وقد بدأت عمليات الصيد في هذه المنطقة منذ بداية الحضارة اليابانية نفسها ، وذلك يرجع لفقر البيئة الجبلية بهذه الجزر ، واعتماد السكان في معيشتهم على البحر في كثير من النواحي . وتتميز المسطحات المائية هنا بخصولتها واتساع الرفوف القارية التابع لها . وفيما بين دائرتي عرض ٤٠° - ٥٠° شمالاً ، يتقابل تيار كورسيفو الدفء الآتي من الجنوب بتيار كوريل أو أكخسك البارد Okhotsk (ويعرف باليابانية باسم أوياشيو Oyashio) الآتي من الشمال ، وينتج عن ذلك حركات تقلب رأسية عظيمة بالمياه . تساعد بدورها على تجديد الكائنات النباتية ، والمواد الغذائية بمياه البحر السطحية والتي يتجمع عليها مجموعات عظيمة من الأسماك .

وقد تأثر إنتاج اليابان من الأسماك تبعاً لفترات السلم والحرب ، فخلال الحرب العالمية الثانية إنخفض الإنتاج انخفاضاً مريعاً ، وأصبح لا يزيد عن

I - Yearbook of Fishery Statistics, F. A. O., (Food and Agriculture Organization of the United Nation), vol. 16 (1963).

١٥ مليون طن في العام ، ولكن بعد نهاية الحرب العالمية الثانية بدت ترجع الأنور إلى ماكانت عليه من قبل ، وتجددت عمليات الصيد وأساليبها إلى أن ارتفع إنتاج الأسماك من المسطحات المائية اليابانية وماجاورها إلى نحو ٦٥ مليون طن عام ١٩٦٠ ، ثم أصبح نحو ١١٦ مليون طن عام ١٩٦٣ . ويغطي انتاج اليابان من الأسماك حاجة الاستهلاك المحلي ، ويتبقى فائضاً ، يصدر إلى بلدان العالم المختلفة . كما استغلت اليابان أعشاب البحر في عمل المولد الفضائية إلى جانب زراعتهم للأصداف وتربيتها للؤلؤ.

وقد سبق الحديث عن مصايد الأسماك في بحر الشمال ، وأمم العصابات السمكية من الناحية الإقتصادية ، والعوامل الطبيعية والبيولوجية التي تؤثر في نموها وتكاثرها وتوزيعها الجغرافي . وعلى ذلك يحسن أن نشير إلى منطقة عظمى قديمة لصيد الأسماك والظروف الجغرافية التي جعلت منها مسطحات مائية عظمى للصيد ، ثم أثر توالي عمليات الصيد غير المنتظمة Over fishing على كمية الإنتاج السنوي بهذه المنطقة بالنسبة لبقية المسطحات المائية الأخرى . ولكن هذه المنطقة ، المسطحات المائية حول جزيرة نيوزيلاند في شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية .

صيد الأسماك من المسطحات المائية البحرية

شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية

تعتبر حرفة صيد الأسماك من أقدم الحرف التي عرفها المهاجرون الأوروبيون القدماء بأمريكا الشمالية . وخاصة هؤلاء (الإنجليز والفرنسيون) الذين قطنوا الساحل الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية ، وتركزوا في حوض نهر سنت لورنس . فقد أتيحت لهؤلاء الفرصة للقيام بصيد الأسماك

من مياه سواحل المحيط الأطلسمى الغنية ، ومن معابد الجرانند بانك العظمى
حول جزيرة نيوفوندلاند .

ويؤكد جورج ميلر G. J. Miller (عام ١٩٥٤) . بأن خرفة صيد الأسماك
من مياه الجرانند بانك عرفت قبل مجيء المهاجرين القدماء الى أمريكا الشمالية .
فقد جرح أن الإسكنديين وملاحى التروبيج قد وصلوا الى هذه المياه الغنية
بالأسماك . (رحلات ايرك الأحمر الإسكندى Erio The Red) . وبعد
مرور ٦ سنوات فقط من احتلال الفرنسيين لحوض سنت لورنس ، بدأت
تصل سفن الصيد الفرنسية الى مياه نيوفوندلاند بقصد صيد أسماك الكود
والمادوك . ومجئ عام ١٥١٧ ، تسابقت سفن الصيد الفرنسية والبرتغالية
والإسبانية والإنجليزية لجمع أكبر نصيب من أسماك الكود من مياه نيوفوندلاند
وقد ساعدت خرفة صيد الأسماك على استقرار المهاجرين على طول السهول
الساحلية الشمالية الشرقية بالولايات المتحدة ، خاصة في أراضي ماساتشوست ،
وكونكتيت ، وفيلادلفيا . (١) .

ويعتقد أن أولى رحلات صيد الأسماك في مياه الجرانند بانك ، بالنسبة
لصيادى الأسماك من المهاجرين القدماء ، تلك التى قام بها جوستولد عام ١٦٠٢
وتبعاً لعظم الكمية التى جمعها هذا الصياد من أسماك الكود من مياه هذه
المنطقة ، أطلق عليها اسم «رأس الكود Cape Cod» . وقد عمل هذا الصياد
(بعد أن جمع ثروة كبيرة) على تمويل صغار الصيادين للقيام بعمليات الصيد
في منطقة مياه الجرانند بانك ، وأنشئ عام ١٦٠٧ مخزناً لحفظ الأسماك
وقلعة حربية لحماية الصيادين تجمع بالقرب من مصب نهر كنيك Kennebec
ويرجع أن أولى سفن الصيد الأمريكية بنيت عند مصب هذا النهر الأخير .

1- Miller, G. J., (Geography of North America), 3 red.edition,
New York, (1954).

العوامل الطبيعية والبيولوجية التي ساعدت على ازدهار مصايد أسماك

المياه الساحلية بشمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية

وتتلخص هذه العوامل فيما يلي : —

١ — المناخ البارد الذي يتميز به مقاطعة نيو إنجلند، وقصر طول فصل الإنبات الصيفي بها، وعظم طول فصل الشتاء، كل هذه العوامل مجتمعة حتمت على المزارعين الذين اشتغلوا بالزراعة العمل في مصايد الأسماك خلال فصل الشتاء الطويل، وهذا إلى جانب الصيادين المحترفين الذين كانوا يخصصون كل أوقاتهم لهذه الحرفة .

٢ — وقوع سواحل نيو إنجلند في العروض المعتدلة الباردة . ومن ثم كانت الأسماك من النوع الجيد، السهل الهضم ، إذا ما قورنت بأسماك المياه المدارية الدفينة من جهة ، كما أن الأسماك يمكن أن تبقى في هذا المناخ البارد فترة طويلة دون أن تتعرض لأثر فعل البكتريا والتلفن . وقد شجع ذلك صيد الأسماك من مسطحات مائية بعيدة ، ثم تسويقها في داخل البلاد ولم يعرف حفظ الأسماك بالتليج إلا منذ عام ١٨٤٠ .

٣ — ساعدت العوامل الجيولوجية والتطور الجيومورفولوجي لسواحل نيو إنجلند على تكوين الخلجان البحرية التي كانت بمثابة موانئ جيدة لسفن الصيد ، كما أنها ساعدت الصيادين على إرساء سفنهم فيها وإجراء عمليات تصليحها . ونتيجة لوقوع سواحل نيو إنجلند بالقرب من الرفوف القاري الضحل ، ومجاورة لمناطق مصايد الأسماك في خليج فوندى Bay o Fundy ، ونوفا سكوتشيا ، وخليج سنت لورنس، ومصايد نيوفونلاند ، كان من السهل على الصيادين جمع كميات هائلة

من الأسماك من المياه الضحلة الساحلية . (١) .

٤ — كان لانتشار الغابات على السفوح الجبلية لمنطقة نيو إنجلند ، أن وجد الصيادون ما يلزمهم من أخشاب لبناء قوارب وسفن الصيد :

٥ — وفرة غذاء الأسماك بالمياه تبعاً لتقابل تيار ليرادور البارد بتيار الخليج الدافئ . واستمرار تجديد كتل المياه تبعاً لحركة الانقلاب الرأسية للمياه إلى جانب هذه العوامل ، هناك مجموعة أخرى من العوامل البشرية ساعدت بدورها على قيام حرفة الأسماك بهذه المسطحات وازدهارها ، وتتلخص هذه العوامل فيما يلي : —

١ — كان معظم المهاجرين القدماء من الصيادين المحترفين الذين مارسوا هذه الحرفة عندما كانوا في أوروبا من قبل .

٢ — لفت عجب سفن الصيد الفرنسية ، والإنجليزية ، والهولندية نظر المهاجرين القدماء إلى أهمية الثروة السمكية في مياه نيوفونندلاند والجراند بانك .

٣ — ارتباط نشاء الصيادين بالعمل في هذه المهنة حيث كانت الزوجات تقوم بتسويق الأسماك في داخل المدن ، وعمل الشباك ، وترتيب أدوات الصيد .

٤ — رخص أثمان أدوات الصيد والقوارب في منطقة نيو إنجلند ، إذا ما قورنت بأي منطقة أخرى في ذلك الوقت .

1 — a — Rodwell Jones and Bryan P. W., (North America), London, 1961.

b — Miffler G. J., et al, (Geography of North America ', N. Y., 1954.

c — Smith, J. R., (North America), N. Y., 1940.

٥ - كان من السهل على الصياد أن يلجأ الى الساحل المجاور ، اذا صادفته عاصفة شديدة في البحر ، وذلك لقرب خط الساحل من المصيد الرئيسية للأسماك . (١) .

وعلى الرغم من أن هذه الحرفة كما سبق الذكر من أولى الحرف المهنية التي زاولها المستعمرون القدماء بأمريكا الشمالية ، إلا أنها لا تشجع على الاستقرار الاجتماعي لأسرة الصياد ، بالإضافة الى خطورتها وأهوالها كما أن هذه الحرفة لا تدر أرباحاً مجزية تشجع العاملين فيها على الاستمرار في العمل بالمصيد البحري . (٢) وبعد استقلال المنتجات الغاية على سفوح الأبلش وفي منطقة البحيرات ، واتساع مساحة الأراضي المزروعة في أعالي أوهيو ، وجنوب منطقة البحيرات الأمريكية ، وتربية المواشي ووفرة منتجات الألبان ، أصبحت حرفة الصيد البحري من أقل الحرف التي تدر أرباحاً على العاملين فيها . وبمجيء عام ١٩٥٠ بلغ عدد الصيادين في الولايات المتحدة الأمريكية نحو ١٥٠ ألف صياد ، وبلغت قيمة منتجات الصيد في هذا العام نحو ٣٣٠ مليون دولار فقط .

وقد تبين أن هناك أكثر من ٨٠ نوعاً من الأسماك الجيدة الطعم بمياه نيوفونلاند ، وأهمها إنتشاراً الهادوك ، الكود ، والرنجة ، والمكاريل ، والرديف Red fish ، والفلندر Flounder ، والوايتنج Whiting ، والبوك Pollock ، والهيك . وبلغ متوسط جملة الإنتاج السنوي للأسماك الرئيسية

1. Ackerman, E. A., (New England's Fishing Industry)
Chicago, 1941.

2. Van Riper, J. E., (Man's physical World,) N. Y., (1962).

من مياه نيو إنجلاند نحو ٤٢ مليون رطل من أسماك الكود ، ١٨٩ مليون رطل من البرش Perch ، ١٦٩ مليون رطل من الهادوك . وتعتبر مياه سواحل مقاطعة مين Maine أعظم المناطق لصيد أسماك الرنجة ، ويزيد متوسط الإنتاج السنوي للرنجة من مياه هذا الساحل الأخير عن ١٨٩ مليون رطل . وتبلغ قيمتها ٧ مليون دولار أمريكي .

وبحسن أن نشير كذلك إلى أهم المجموعات السمكية من الناحية الاقتصادية والتي تتمثل في المياه الساحلية والمصايد البحرية العظمى بجوار الساحل الشمالي الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية .

١ — أسماك الكود Cod

تعتبر أسماك الكود من أهم الأسماك التجارية بمصايد الجراندي بانك ، ويعزى ذلك لكونه حلو المذاق وسهل الهضم ، بل ويعتبره السكان في هذه المنطقة أطيب غذاء سمكي ؛ وكانت مصايد الكود العظمى ، السبب في نشوء التطناحن والصراع بين المهاجرين القدماء من الإنجليز والفرنسيين . ويعيش سمك الكود في المياه البحرية بحيث تتراوح درجة حرارتها من ٣٥° - ٤٥° ف . وفوق القاع الصخري للبحر على عمق نحو ١٢٠ قامة . ويصاد الكود الكبير الحجم من أعماق ٢٥٠ قامة ، ولكن في مواسم إزدهاره ، ينتشر الكود في المياه الضحلة كذلك . ويعد قاع الرفرف القاري الصخري لكل من خليج مين Gulf of Maine ، والجراندي بانك حول جزيرة نيو فوندلاند . وحول الجزر المتناثرة إلى الشمال من رأس كود ، أعظم مصايد سمك الكود في العالم . وينقسم خليج مين إلى عدة مجموعات من الشطوط البحرية الضحلة التي تزخر بأسماك الكود ، ومن أهمها ، شط جورج Georges Bank ، والشط

الأرسل Middle B. ، وشط فلبنيز B. Philippines ، وشط جفريز B. Jeffreys
 وشط كاشيس Cashes Ledge . وشط بلات Blatts B ، وشط جورمان
 Gorman B. ، وشط براون Brown's B.

٢ - أسماك الكاريل Mackerel

لم يعتاد المهاجرون القدماء بأمريكا الشمالية تذوق أسماك الكاريل وذلك
 لاعتمادهم على أسماك الكود في غذائهم . وحتى عام ١٧٥٠ كان بصاد الكاريل
 لكي يستخدم كقطع ، ثم بدأت ترسل كميات المصيد ، منه إلى جزر الهند الغربية
 لكي تستخدم كغذاء للزفوج العاملين في حقول قصب السكر . ومن ثم
 تميز إنتاج الكاريل بالتذبذب بين عام وآخر . فبينما كان الإنتاج نحو ١١٣
 مليون رطل عام ١٩٢٩ ، أصبح نحو ٣٧ مليون رطل عام ١٩٤٠ ، ثم أصبح
 المتوسط السنوي للإكمية المصادة منه فيما بين ١٩٥٠ - ١٩٦٥ نحو ٨٠ مليون
 رطل . (١) .

وتصل مجموعات أسماك الكاريل إلى مياه رأس هتراس Cape Hatteras في
 أول أبريل ، بينما تنتشر على طول سواحل نيو إنجلند خلال أوائل شهر
 يونيو . ويهاجر الكاريل أحياناً في جماعات عظمى تنتشر في مساحات مائية
 واسعة قد يبلغ مسطحها عدة أميال مربعة ، ولكن في بعض الأحيان الأخرى
 تنتقل أسماك الكاريل في جماعات صغيرة العدد جداً .

٣ - أسماك الرنجة Herring

تعتبر مجموعة أسماك الرنجة (تشمل عدة مجموعات سمكية منها الرنجة ،
 والشاد ، والمائهادين ...) من أهم الأسماك من الناحية التجارية في العالم ،

1 - Thoman, R. S., (The geography of economic activity) New
 York, 1962

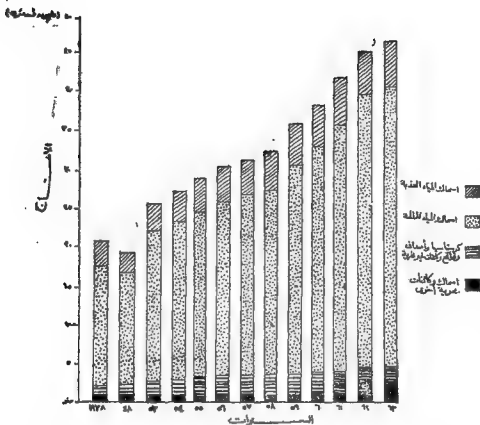
٨. ويعزى ذلك إلى عظم كمية الإنتاج منها ورخص نمونها ومن ثم تسوق أسماك الرنجة بصور مختلفة ، فمنها الطازج والمجمد ، والمدخن والمجفف ، والملح . وتصاد الرنجة من المياه العميقة المجاورة لسواحل نيوفونلاند ، وسواحل كندا ونيو إنجلند ، وكذلك من مصايد الأسماك الرئيسية .

وقد انخفضت كمية الإنتاج الكلية من الأسماك في الولايات المتحدة الأمريكية في الآونة الأخيرة . فبينما كانت تمثل ١١ ٪ من الإنتاج العالمى فيما قبل الحرب أصبحت الآن تمثل نحو ٨ ٪ من الإنتاج العالمى الذى يبلغ نحو ٥٠ مليون طن حسب بيانات عام ١٩٦٣ . ولا يكفى الإنتاج السمكى حاجة سكان الولايات المتحدة الأمريكية ، لذا تستورد بعض المنتجات السمكية من الخارج . وفى عام ١٩١٣ استوردت الولايات المتحدة الأمريكية ٨ ٪ من كمية الأسماك التى تم تسويقها فى العالم ، بينما ارتفعت هذه النسبة إلى نحو ١٩ ٪ عام ١٩٥٣ ، ومن ثم تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية أولى الدول التى تستورد الأسماك أما أهم الدول المصدرة للأسماك ومنتجاتها فتتمثل فى يرو ، والنرويج ، وكندا ، والدانمرك ، وإيسلند ، وهولندة ، واليابان ، والمكسيك .

تطور الإنتاج العالمى من الأسماك

على الرغم من أن كمية الاستهلاك العالمى من الأسماك تعد محدودة جداً إذا ما قورنت بكمية المستهلك من منتجات الألبان أو من اللحوم ، إلا أن الإنتاج العالمى من الأسماك فى تزايد تدريجى مستمر . ويعزى ذلك إلى زيادة سكان العالم ^(١) ، وازدياد الطلب على الأسماك ، إلى جانب المواد الغذائية الاستهلاكية الأخرى ويتضح من دراسة شكل ٨٠ أن كمية الإنتاج السنوى

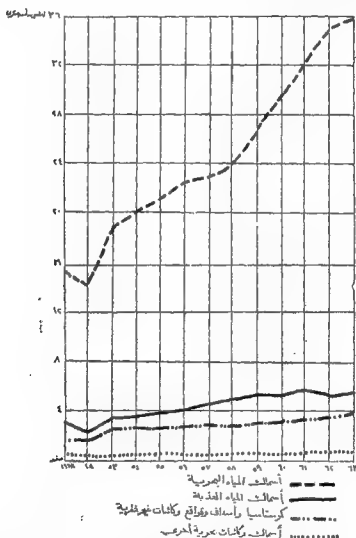
(١) كان سكان العالم عام ١٩٣٠ نحو ٢٠١٣ مليون نسمة ، ثم ارتفع عددهم عام ١٩٥٧ إلى ٢٧٩٥ مليون نسمة وازيد سكان العالم و الوقت الحاضر عن ٤٠٠٠ مليون نسمة .
(United Nations : Demographic Year Book , 1958, 1963).



(بشكل ٨٠) تطور الانتاج الملى من الأسماك فيميا بين ١٩٣٨ - ١٩٦٣ .

من الأسماك (أسماك المياه المالحة وأسماك المياه العذبة) عام ١٩٣٨ كان نحو ٢١ مليون طن متري، ولكن في عام ١٩٥٨ أصبحت كمية الإنتاج السنوى من الأسماك نحو ٣٣ مليون طن متري . وقد زاد الإنتاج العالمى من الأسماك عام ١٩٦٣ حتى أصبح نحو ٥٠ مليون طن متري . وتمثل أسماك المياه البحرية نحو ٧٤٪ من جملة الأنواع السمكية المختلفة . (لا يدخل في هذه النسبة جملة الإنتاج من الأصناف والقواقع والكائنات البحرية الأخرى) . ومن ثم يتضح أن أسماك المياه المالحة أعظم أهمية من الناحية الاقتصادية بالنسبة لمجموعات الأخرى . ولكن على الرغم من أن نسبة الإنتاج من أسماك المياه العذبة يعد قليلا إلا أنه ذو قيمة كبرى بالنسبة لبعض المناطق الداخلية التي

تبعد مئات الأميال عن خط الساحل، كما هو الحال بالنسبة لمنطقة هضبة البحيرات الأفريقية، والمناطق الداخلية من الصين، وقد تعد أسماك المياه العذبة الغذاء الرئيسي لبعض القبائل البدائية مثل تلك التي تعيش في أواسط حوض الأمازون ويلاحظ أن نسبة الزيادة في إنتاج العالم من أسماك المياه العذبة ومجموعات الكائنات البحرية مثل القشريات والأصداف والقواقع والكائنات غير الفقرية لم تتطور كثيراً فيما بين ١٩٢٨ حتى اليوم. فتدل البيانات الإحصائية مثلاً (شكل ٨١) على أن إنتاج العالم من أسماك المياه العذبة ١٩٣٨ كان نحو



(شكل ١٨) تطور الإنتاج العالمي للمأكولات البحرية من مجموعتين لأسماك الرئيسية فيما بين ١٩٦٣-٣٨

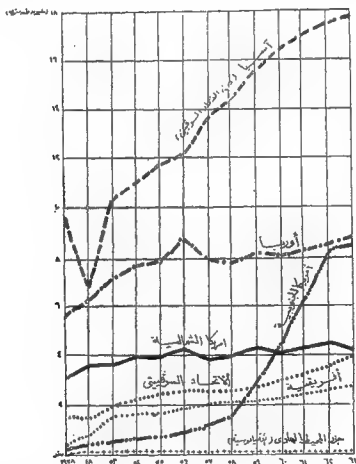
٣٥٧ مليون طن متري ، ثم ارتفعت هذه الكمية عام ١٩٦٣ إلى نحو ٥٥٧ مليون طن متري ، أي زيادة قدرها ٢ مليون طن متري في خلال ٢٥ عاما . ونفس الوضع كذلك بالنسبة لمجموعة القشريات والأصداف والقواقع والكائنات البحرية غير الفقرية حيث كانت كمية الانتاج العالمى منها عام ١٩٣٨ نحو ٢ مليون طن متري ، ثم ارتفعت إلى نحو ٤ مليون طن متري عام ١٩٦٣ . وقد إرتفعت كمية الانتاج العالمى من الأسماك البحرية الفقرية ذات الأهمية الاقتصادية فيما بين عام ١٩٣٨ إلى عام ١٩٦٣ . فبينما كان جملة الانتاج منها عام ١٩٣٨ نحو ١٦ مليون طن متري ، ارتفع الانتاج الى نحو ٢٤ مليون طن متري عام ١٩٥٨ ، ثم زاد الانتاج العالمى إلى نحو ٣٦ مليون طن متري عام ١٩٦٣ .

ويوضح البيان التالى جملة إنتاج القارات المختلفة من الأسماك حسب بيانات عام ١٩٦٣ . ويلاحظ أن قارة آسيا ، أعظم القارات إنتاجا للأسماك (دون إنتاج الاتحاد السوفيتى كذلك) بينما تعتبر قارة أفريقية أقل القارات إنتاجاً للأسماك .

| القارات | جملة انتاج القارات من الاسماك ١٩٦٣ (مليون طن متري) |
|--|---|
| آسيا (دون الاتحاد السوفيتى) . | ١٦٥٩ |
| أوروبا | ٩٥٠ |
| أمريكا الجنوبية | ٨٥٧ |
| أمريكا الشمالية | ٤٥٢ |
| الاتحاد السوفيتى | ٤٥٠ |
| أفريقية | ٢٥٨ |
| مجموعة جزر المحيط الهادى (الأقيانوسية) | ٥٧٢ |

ويلاحظ كذلك أن نسبة الزيادة في إنتاج قارات أوروبا وأمريكا الشمالية وأفريقية خلال الفترة من عام ١٩٣٨ إلى عام ١٩٦٣ لم تزيد عن ١٠ ٪ ، بينما

هظمت كمية الإنتاج السنوي من الأسماك في كل من قارتي آسيا وأمريكا الجنوبية. فعلى الرغم من أن إنتاج قارة آسيا من أسماك المياه البحرية كان نحو ٧ مليون طن متري عام ١٩٣٨ ، ارتفع الإنتاج إلى نحو ١٦٥٩ مليون طن متري عام ١٩٦٣ . أما إنتاج قارة أمريكا الجنوبية من الأسماك عام ١٩٣٨ فلم يكن يتعدى ٥٥٠ مليون طن متري ثم ارتفع إنتاجها عام ١٩٦٣ ، وأصبح نحو ٩ مليون طن متري (شكل ٨٢) . ويعزى ذلك إلى الأثر الناتج عن إستغلال مسطحات مائية بحرية عظيمة لم تكن تستغل إستغلالاً إقتصادياً من قبل ، كما هو الحال بالنسبة للمسطحات المائية في جنوب شرق آسيا ،



(شكل ٨٢) تعيب قارات العالم من الإنتاج السنوي للأسماك وتطوره من ١٩٣٨-١٩٦٣

والمسطحات المائية أمام ساحل بيرو بأمريكا الجنوبية ، ويلاحظ أن قارة أمريكا الجنوبية بدأت تأخذ مكاناً بارزاً بين قارات العالم المختلفة من حيث إنتاج الأسماك البحرية منذ عام ١٩٥٨ فقط . وقد كان إنتاجها السنوي في هذا العام الأخير نحو ١٥٨ مليون طن متري ، أي أقل الفترات إنتاجاً للأسماك خلال هذا العام ، ولكن بمجيء الأعوام التالية ، قفز إنتاجها قفزات سريعة إلى الأمام (بعد استغلال مصايد الأسماك العظمى أمام ساحل بيرو) وأصبح إنتاجها السنوي عام ١٩٦٠ نحو ٢٥٥ مليون طن متري ، ثم ارتفع عام ١٩٦٢ إلى ٨ مليون طن متري ، وأصبحت أمريكا الجنوبية اليوم ثاني قارات العالم (بعد قارة آسيا) إنتاجاً للأسماك . (١)

ونتيجة لاستغلال المسطحات المائية البحرية الجديدة في عمليات صيد الأسماك ، وتنظيم عمليات الصيد في مناطق صيد الأسماك التقليدية القديمة ارتفع الإنتاج العالمي للأسماك في الآونة الأخيرة ، وقفز الإنتاج إلى نحو ٧٥ مليون طن عام ١٩٧٠ ، ونحو ٧٠١ مليون طن عام ١٩٧١ ثم أصبح نحو ٦٥ مليون طن عام ١٩٧٣ .

وتأتي قارة آسيا (دون الاتحاد السوفيتي) في مقدمة قارات العالم المنتجة للأسماك حيث قارب إنتاجها نحو نصف إنتاج العالم أجمع بينما كان حصة إنتاج قارة آسيا من الأسماك نحو ٢٦٣ مليون طن عام ١٩٧٠ قفز الإنتاج إلى نحو ٣٠٢ مليون طن عام ١٩٧٣ . يليها قارة أوروبا الذي يقدر حصة

1 - a - Year book of Fishery Statistics, F: A. O., (Food and Agriculture Organization of the United Nation), vol. :9 (1973).

b - Statistical Year Book, United Nation (1974).

إنتاجها بنحو ١٠ ملايين طن من الأسماك سنوياً. وفي عام ١٩٧٣ بلغ جملة إنتاج قارة أفريقيا من الأسماك نحو ٨٠ مليون طن وقارة أمريكا الجنوبية نحو ٢٠ مليون طن وقارة أمريكا الشمالية نحو ٣٨ مليون طن. وهكذا يتضح أن مناطق الإنتاج السمكي في بيرو بدأت تتدهور بالتدريج، ويعزى ذلك إلى عمليات الصيد غير المنتظمة overfishing وتكالب شركات الصيد العالمية على الصيد من مياه بيرو وما يجاورها بصورة غير اقتصادية، وأدى ذلك إلى انخفاض جملة الإنتاج السنوي لقارة أمريكا الجنوبية من الأسماك من ١٤ مليون طن عام ١٩٧٠ إلى ١٣٢ مليون طن عام ٧١م. انخفض الإنتاج إلى نحو ٩٩ مليون طن عام ٧٢، وأصبح نحو ٤٢ مليون طن عام ١٩٧٣. أما الاتحاد السوفيتي (مياهه البحرية في كل من آسيا وأوروبا) فتطور إنتاجه السمكي من ٧٢ مليون طن عام ١٩٧٠ إلى نحو ٨٩ مليون طن عام ١٩٧٣ كما يوضح ذلك من الجدول الآتي:

هذا ويتبين أن أعظم الدول المنتجة للأسماك سنوياً حسب بيانات عام ١٩٧٣ في قارة آسيا تشمل اليابان (حوالي ١٠٠ مليون طن) ثم الصين الشعبية والهند وأندونيسيا. أما أعظم الدول إنتاجاً للأسماك في أوروبا فتشمل النرويج (٢٩ مليون طن) ثم بلجيكا وألمانيا، والدانمرك، المملكة المتحدة. أما في قارة أفريقيا فإن أعظم الدول إنتاجاً للأسماك حسب بيانات عام ١٩٧٣ فتشمل جنوب أفريقيا (١١ مليون طن) ثم أنجولا (٧٠ ألف طن) والمغرب (٣٦٧ ألف طن) ثم بليز ذلك السنغال، وغانا وزائير، وتعتبر جمهورية مصر العربية من الدول المحدودة الإنتاج السمكي ولا يزيد الإنتاج عن ٨٠ ألف طن سنوياً.

وإذا درسنا تطور الإنتاج السنوي من الأسماك البحرية لدول العالم المختلفة،

تطور الانتاج السمكي لقارات العالم خلال الفترة من (١)
عام ١٩٧٠ الى عام ١٩٧٣ (مليون طن)

| ١٩٧٣ | ١٩٧٢ | ١٩٧١ | ١٩٧٠ | قارات العالم |
|------|------|------|------|---------------------------------|
| ٣٠٥٢ | ٢٨٥٨ | ٢٨٠١ | ٢٦٥١ | آسيا (دون الاتحاد السوفيتي) |
| ١٢٥٥ | ١٢٥٣ | ١٢٥٠ | ١١٥٩ | أوروبا |
| ٤٥٨ | ٤٥٦ | ٤٥١ | ٤٤٤ | أفريقية |
| ٤٥٢ | ٦٥٦ | ١٣٥٢ | ١٤٥٨ | أمريكا الجنوبية |
| ٣٥٨ | ٤٥٢ | ٤٥٥ | ٤٥٥ | أمريكا الشمالية |
| ٥٥١٢ | ٥٥١١ | ٥٥١١ | ٥٥١٠ | أستراليا |
| ٨٥٦ | ٧٧ | ٧٥٣ | ٧٥٢ | الاتحاد السوفيتي (في أوراسيا) |
| ٦٥٥٠ | ٦٥٥٠ | ٧٥٥٠ | ٧٥٥٠ | جملة إنتاج العالم |

نلاحظ. أن كلا من اليابان وبيرو يتنازعا قمة الانتاج العالمي منذ عام ١٩٦٢
فقد كانت اليابان قبل هذا العام أعظم دول العالم انتاجاً للأسماك . وعلى
الرغم من أن انتاجها عام ١٩٢٨ كان نحو ٣٦ مليون طن مئى ، إلا أنه
أصبح عام ١٩٦٣ نحو ٦٨ مليون طن مئى ولكن فى نفس الوقت لم تكن
المسطحات المائية أمام ساحل بيرو تستغل استغلالاً اقتصادياً بنفس الصورة التى
عليها اليوم ، وكان جملة الانتاج السنوى للأسماك أمام ساحل بيرو عام ١٩٥٨

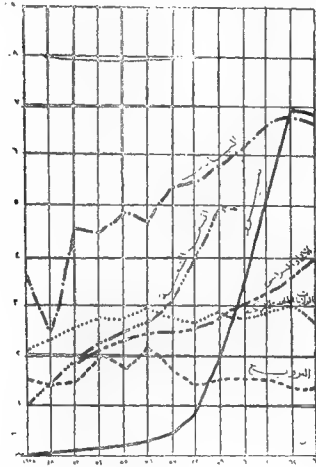
1 - Statistical Year Book, U. N. (١٩74).

نحو مليون طن متري واحد ، ثم نثر الإل - ج سربها ، وأصبحت بيرو أعظم الدول إنتاجاً للأسماك ، حيث كان جملة إنتاجها السنوى من الأسماك عام ١٩٦٣ نحو ٦٠٩ مليون طن متري . (شكل ٨٣) .

ولكن فيما بعد عام ١٩٧٠ تغيرت هذه الصورة تماماً ، وتعرضت المصايد السمكية في أمريكا الجنوبية عامة وأمام ساحل بيرو خاصة للتدهور نتيجة لعمليات الصيد غير المنتظمة ، كما أن شركات الصيد الأجنبية لا تضيف كل المصيد من الأسماك من أمام سواحل بيرو إلى البيانات الإحصائية لهذه الدولة فبعد أن كان إنتاج بيرو من الأسماك نحو ١٢٦ مليون طن عام ١٩٧٠ أخذ الإنتاج في التناقص التدريجي فأصبح نحو ١٠٠٦ مليون طن عام ١٩٧١ ونحو ٤٠٧ مليون طن عام ١٩٧٢ ثم إلى نحو ٢٠٢ مليون طن عام ١٩٧٣ . ومن ثم تركت المسطحات المائية البحرية أمام بيرو ميدان المنافسة للمسطحات البحرية اليابانية التقليدية التي تمثل اليوم أعظم مصايد الأسماك البحرية في العالم . وارتفع جملة الإنتاج السنوى من الأسماك في اليابان (وحدها) من ٦٠٩ مليون طن عام ١٩٦٥ إلى نحو ٩٠٣ مليون طن عام ١٩٧٠ ثم إلى نحو ١٠٠٧ مليون طن عام ١٩٧٣ . أما الاتحاد السوفيتي فإن إنتاجه من الأسماك نحو ٨٠٦ مليون طن عام ١٩٧٣ ، والولايات المتحدة الأمريكية نحو ٢٠٢ مليون طن عام ١٩٧٣ .

ويتضح من دراسة شكل ٨٣ كذلك تطور مراحل إزدياد الإنتاج السنوى من الأسماك في كل من الصين الشعبية والاتحاد السوفيتي ، وذلك لاكتشاف مناطق صيد عظمى جديدة واستغلال مسطحات مائية لم تكن تستغل في عمليات الصيد البحري من قبل ، فضلاً عن استخدام أدوات

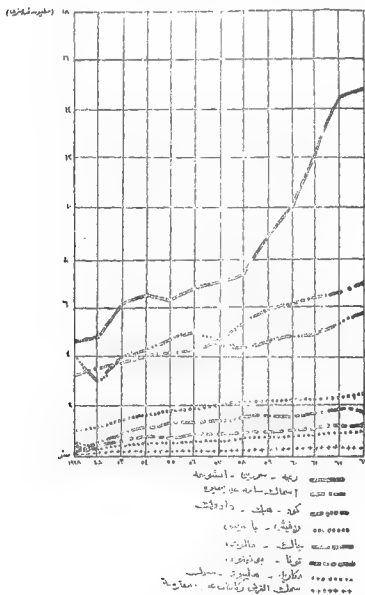
العصيد التي ساهمت بدورها في زيادة الإنتاج أما بالنسبة للمستطحات المائية التي استغلت في عمليات الصيد فترة طويلة من الزمن فإن نسبة الزيادة السنوية في إنتاج الأسماك بها ، تعد ضئيلة جداً . - يلاحظ ذلك من دراسة متحنى تطور الإنتاج السنوى للأسماك في كل من مصايد أسماك الولايات المتحدة الأمريكية والروبيج فيما بين عام ١٩٣٨ - ١٩٦٣ . (شكل ٨٣) .



(شكل ٨٣) تطور نصيب أعظم الدول إنتاجاً للأسماك فيما بين ١٩٦٣ - ٣٨ .

وعلى الرغم من ارتفاع جملة الإنتاج السنوى من الأسماك البحرية في العالم ، إلا أن هذه الزيادة كانت بصورة أعظم في بعض المجموعات السمكية التي تقبل عليها أسواق الاستهلاك العظمى في العالم . ويكثر الطلب العالمى على

أسماك المياه السطحية (البالك)، ومنها الرنجة، والمردن، والأنشوجة، وعلى ذلك فقد سجل الإنتاج السنوى العالمى لهذه المجموعة الأخيرة من الأسماك قفزات مريعة إلى الأمام. فبينما كان حجم الإنتاج العالمى منها عام ١٩٣٨ نحو ٤,٣ مليون طن متري، ارتفع إلى نحو ١٥ مليون طن متري عام ١٩٦٣، وأصبحت هذه المجموعة من الأسماك أهم العائلات السمكية البحرية من الناحية الاقتصادية (شكل ٨٤).



(شكل ٨٤) تطور كمية الصيد من مجموعات الأسماك البحرية الرئيسية من ٣٨ - ١٩٦٣ م

بلى مجموعة أسماك البالايك من حيث الأهمية الاقتصادية ، أسماك الكود والمهيك ، والمادرك ، حيث ارتفع إنتاج هذه المجموعة الأخيرة من ٣ مليون طن متري عام ١٩٤٨ إلى نحو ٦ مليون طن متري عام ١٩٦٠ . أما بقية العائلات السمكية الأخرى مثل الماوت ، والجاك ، والتونا ، والمكاريل ، والماليوت ، والسول ، فلم يسجل إنتاجها سوى ارتفاعاً محدوداً ، وذلك خلال العشرين سنة الأخيرة .

الإستهلاك العالمى من الأسماك

تبعاً لزيادة عدد سكان العالم ، تزايد نسبة المستهلك من الأسماك كذلك عاماً بعد آخر فبينما كانت كمية الإنتاج العالمى من الأسماك عام ١٩٣٨ نحو ٢٠ مليون طن متري ، ارتفعت هذه الكمية إلى نحو ٣٤ مليون طن متري عام ١٩٥٧ . ولكن يلاحظ أن هذه الكمية من الأسماك لا تستهلك كلها طازجة بواسطة الإنسان خلال السنة الواحدة ، فقد قدر أن ما يستهلكه العالم من جملة الإنتاج السنوى من الأسماك (على شكل أسماك طازجة) لا يزيد على ٥٠ ٪ من جملة الإنتاج السنوى العالمى . ويستخدم بقية الإنتاج السمكى فى صناعات أخرى مثل تجفيف ، وتعليب وتذخين وتعليق الأسماك ، أو استخدام الأسماك كطعم عند صيد الأسماك الأخرى، أو فى صناعة الأسمدة.

وقد زادت كمية المستهلك من الأسماك الطازجة فى العالم من ٩ مليون طن متري عام ١٩٤٨ إلى نحو ١١ مليون طن متري عام ١٩٥٣ ، ثم ارتفع الاستهلاك إلى نحو ١٤ مليون طن متري عام ١٩٥٦ . وتبعاً لزيادة الإنتاج السنوى العالمى من الأسماك زادت كمية المستخدم من الأسماك فى صناعات الأسماك المملحة والمذخنة . فبينما كانت هذه الكمية نحو ٣ أطنان متريّة عام ١٩٤٨ ، ارتفعت إلى ٧ أطنان متريّة من الأسماك عام ١٩٥٦ . وقد

بلغت كمية الأسماك المستخدمة في صناعة تعليب الأسماك نحو مليون طن متري عام ١٩٣٨ ، ثم ارتفعت هذه الكمية إلى نحو ١٥٠ مليون طن متري عام ١٩٥٦ . أما الأسماك المجمدة فلم تكن ذات قيمة تجارية قبل عام ١٩٣٨ ، ولكن بلغت قيمتها عام ١٩٥٦ : نحو ١٥٠ مليون طن متري . وبوضح الجدول التالي تطور الاستهلاك العالمي من الأسماك الطازجة والمدخنة والمملحة والمعلبة والمجمدة فيما بين عام ١٩٣٨ ، وعام ١٩٥٦ .

| أنواع الأسماك المستهلكة | | | |
|-------------------------|------|------|------|
| ١٩٥٦ | ١٩٤٨ | ١٩٣٨ | |
| ١٤ | ١١ | ٩ | ١٢ |
| ٧ | ٦ | ٣ | ٤٦٥ |
| ٤ | ٣ | ٢ | ٢٦٥ |
| | | | ١ |
| ٢٦٥ | ٢٦٥ | ١٦٥ | — |
| ١٦٥ | ١ | ٠٦٥ | ٠٦٥ |
| ١ | ١٦٥ | ١ | ٢٠٦٥ |
| ٣٠ | ٢٥ | ١٧ | ٢٠٦٥ |

وتمثل المناطق المزدهرة بالسكان ، خاصة تلك التي تقع بحدود السواحل البحرية أعظم مناطق الاستهلاك الرئيسية للأسماك في العالم . ومن ثم يتركز في النصف الشمالي من اليابس أعظم أسواق العالم للأسماك ، ويتم فيها تسويق نحو ٩٤ ٪ من جملة الاستهلاك السنوي العالمي للأسماك (١) . وتستهلك قارة آسيا نحو ٣٥ ٪ من جملة الاستهلاك العالمي السنوي للأسماك .

1 — Thoman, R. S., "The geography of economic activity," New York, 1962.

بينما تستهلك قارة أوروبا (فيما عدا الاتحاد السوفيتي) نحو ٢٥ ٪ والولايات المتحدة الأمريكية وكندا نحو ١٣ ٪ من كمية الاستهلاك العالمي السنوى . وتعد اليابان أعظم دول العالم استهلاكاً للأسماك ، حيث يبلغ حجم الاستهلاك السنوى من الأسماك بها نحو ١ ٪ كمية الاستهلاك العالمي السنوى .

وتجدر الإشارة إلى أن كلا من الدول المتقدمة وتلك المتخلفة في طرق صيد الأسماك تعد مستهلكة له . ومن بين دول المصدرة الأولى ، دول شمال غرب أوروبا (النرويج ، وهولنده ، والسويد ، والدنمرك ، وبريطانيا) ، وكذلك كندا ، والولايات المتحدة الأمريكية ، واليابان . ومن الدول المتخلفة في طرق صيد الأسماك ، دول جنوب شرق آسيا ، وبعض الدول الأخرى في أفريقية ، وأمريكا اللاتينية ، وشرق أوروبا . وتستهلك الدول المتقدمة في طرق صيد الأسماك نحو ٦٠ ٪ من كمية الاستهلاك السنوى العالمي من الأسماك .

وقد يتركز استهلاك نوع معين من الأسماك في مناطق خاصة ، تبعاً لظروف طبيعية وبشرية مختلفة . وعلى سبيل المثال نلاحظ أن أسماك المياه العذبة يعظم استهلاكها في دول جنوب شرقي آسيا ، وأواسط أفريقية ، وبالاتحاد السوفيتي ، بينما هي أقل استهلاكاً في قارتي أمريكا الشمالية وأوروبا . وتستهلك مجموعة الأسماك القشرية ، والفواقع ، والأصداف بكثرة في قارة آسيا .

الثروة السمكية في جمهورية مصر العربية^(١)

دلت الآثار التاريخية الفرعونية وكتابات المؤرخين أمثال هيرودوت وبليني على أنه كان للثروة السمكية في مصر أهمية كبرى في إقتصاد البلاد . فقد نشأت حضارة مصر الفرعونية في وادي النيل والقسم الجنوبي من الدلتا بينما كان القسم الشمالي منها مملوءاً بالمستنقعات البحرية والأعشاب ومن ثم فقد استغلت هذه المناطق الأخيرة في عمليات صيد الأسماك . وقد تبين أنه كان لنهر النيل إبان هذه الفترة أكثر من الفرعين الذين نراها اليوم في أرض الدلتا (وها فرع رشيد وفرع دمياط) وقد اختلفت هذه الأفرع من أربعة إلى ثمانية أفرع خلال القرات التاريخية المختلفة . على ذلك فقد كانت مياه فيضان النيل تغمر المستنقعات الشالبة بالمياه ويرتفع منسوب المياه فيها ، كما يرتفع منسوب مياه النهر في أفرع النيل المتعددة بالدلتا . هذا بالإضافة إلى زيادة

(١) على الرغم من أن هذا الموضوع لا يناقش الإنتاج السمكي من مياه البحر المتوسط أمام الدلتا فقط ، بل تتضمن كذلك صيد الأسماك في المسطحات المائية البحرية والمياه العذبة النهرية في مصر، ذلك لأن يكون موضوع الثروة السمكية في مصر موضوعاً متكاملًا، ويمكن مقارنة جلة الإنتاج السمكي من مياه البحار في مصر بشك المنتجة من البحيرات ومياه نهر النيل .

رقعة المسطحات المائية للبحيرات الداخلية في مصر مثل بحيرة قارون خلال فترة العصور الوسطى ، عما تبدو عليه اليوم .

وقد إستغل سكان مصر القديمة بحيرات مصر الشمالية في صيد الأسماك ، وعظمت أهمية الإنتاج السمكى في مصر إبان فترات الحكم العربى . وهكذا نقسراً على صنجات سجل الأحداث التاريخية ، وفى كتابات ودواوين المؤرخين العرب عن أهمية الثروة السمكية فى مصر وعظم تنوع الهائلات السمكية بمياه البحيرات المصرية ومن نهر النيل (١) .

وعلى الرغم من أن ظروف البيئة الطبيعية لم تتغير كثيراً عما هى عليه اليوم ، وإن خاصية موقع مصر الجغرافى وعظم طول سواحلها ظلت ثابتة لم تتغير ، إلا أن الثروة السمكية من المسطحات المائية المصرية لم تلق حتى الآن عناية كبيرة ، خاصة لتحسين طرق إستغلال المسطحات المائية المصرية للحصول على الأسماك وغيرها من المواد الغذائية الغنية بالبروتينات والأملاح الضرورية ، لتعويض النقص فى اللحوم اللازمة لأفراد الشعب المتزايد . وعلى ذلك نلاحظ أن قيمة الثروة السمكية فى مصر تبلغ نحو ١ ٪ من جملة الدخل القومى للبلاد الذى بلغ نحو ١٢٠٠ مليون جنيه عام ١٩٦٤ . وبلغت كمية الإنتاج السمكى

١ — أ — شمس الدين الأنصارى الممشقى « نخبة الدهر فى عجائب البر والبحر » طبعة — ليزح — عام ١٩٢٢ .

ب — المقامى : « أحسن التقاسيم فى معرفة الأقاليم » ليدن — مطبعة بريل عام ١٩٠٩ .

ج — ابن الفقيه : « مختصر كتاب البلدان » ليدن — مطبعة بريل عام ١٣٠٢ هـ .

د — المقرئى ، « آثار البلدان » .

هـ — عثمان النابسى الشافعى « تاريخ الفيوم وبلاده » عام ٦٤١ هجرى .

بجمهورية مصر العربية نحو ١٠.٣٪ من جملة الإنتاج السنوى للأسماك فى العالم (١) .

وفى خلال الأربع سنوات من ١٩٥١ الى ١٩٦١ لم تزد جملة الإنتاج السنوى من الأسماك بالمسطحات المائية المصرية كثيرا حيث كان عام ١٩٥٨ نحو ٨٠ ألف طن ثم أصبح عام ١٩٦١ نحو ٩٠ ألف طن . وعلى ذلك فان النصيب السنوى للفرد فى مصر من الأسماك يعد ضئيلا جدا اذا ما قورن بغيره فى بعض البلدان الأخرى ، كما يتضح من البيان التالى لعام ١٩٦٣ :-

| الدول | النصيب السنوى للفرد من الأسماك (بالكيلو جرام) |
|----------------------------|---|
| اليابان | ٣٨ |
| إنجلترا | ٢٦ |
| المانيا الغربية | ١٧ |
| الولايات المتحدة الأمريكية | ١٦ |
| إيطاليا | ١٣ |
| ج.ع.م. (٢) | ٢ |

هذا على الرغم من أن البلاد التى يقل فيها النصيب السنوى للفرد من الاسماك يعظم فيها عادة نصيبه من اللحوم ، ومنتجات الألبان ، كما هو الحال بالنسبة

- (١) بلغت كمية الإنتاج السمكى فى مصر نحو ١٥٠ ألف طن بحسب بيانات عام ١٩٦٤ ، بينما بلغت جملة إنتاج العالم من الأسماك فى هذا العام أعظم من ٥٠ مليون طن .
- (٢) بلغ عدد سكان جمهورية مصر العربية عام ١٩٦٥ نحو ٣٠ مليون نسمة وجملة الإنتاج السمكى فى هذا العام كان نحو ٦٧ مليون كجم .

لسكان الولايات المتحدة الأمريكية، وألمانيا الغربية. بينما لازالت جمهورية مصر العربية تعمل جامدة للتبويض بالثروة الحيوانية للبلاد وإنشاء المراعى النموذجية ومؤسسات الدواجن لتزويد ما يلزم أفراد الشعب من الغذاء اللازم وقد انخفض جملة الانتاج السنوى من الأسماك في مصر خلال الفترة من ٦٤ حتى عام ١٩٧٠ بسبب تغير البيئة البحرية أمام شواطئ الدلتا بعد تخزين مياه نهر النيل خلف السد العالي ولكن بعد عام ١٩٧٠ بدأ الانتاج في الزيادة التدريجية من جديد فبلغ عام ١٩٧١ نحو ٨٨٧٣٩ طن وفي عام ١٩٧٠ بلغ نحو ٩٦١٨٧ طن ويتضمن هذا الرقم الأخير جملة ما يصطاده أسطول الصيد المصرى من أعالي البحار (خاصة من ساحل غرب أفريقية) وبلغ نحو ١٣ ألف طن.

وإذا ما قارنا جملة إنتاج المارة الأفريقية من الأسماك بالنسبة للإنتاج العالمى الذى بلغ ٥٠ مليون طن من الأسماك سنة ١٩٦٢ ، نلاحظ أن نسبة هذا الإنتاج لا تتعدى ٦ ٪ ، ولا يزيد جملة محصول دول الشرق الأوسط مجتمعة عن ٢ ٪ من الإنتاج العالمى لعام ١٩٦٢ . وبلغ جملة إنتاج جمهورية مصر العربية من الأسماك عام ١٩٦٢ نحو ٨ ٪ من إنتاج القارة الأفريقية ، ويوضح البيان التالى أهم الدول المنتجة للأسماك فى هذه القارة الأخيرة وكية إنتاج الأسماك لبعض الدول بها عام ١٩٥٨ .

| الدولة : | كمية الإنتاج عام ١٩٥٨ - (بالطن) : |
|-------------------------|---|
| ١ - اتحاد جنوب أفريقية | ٤١٣,٦٠٠ |
| ٢ - أنجولا البرتغالية . | ٢٧٨,٢٠٠ |
| ٣ - جنوب غرب أفريقية | ٢٣٦,٩٠٠ |
| ٤ - المملكة المغربية | ١٧١,٧٠٠ |
| ٥ - الكنفو . | ١٣٩,٠٠٠ (أغلبها مصايد داخلية للأسماك) . |
| ٦ - ج.م.ع . | ٨٠,٠٠٠ |
| ٧ - أوغندا | ٥٢,٨٠٠ |

وتبعاً لانخفاض كمية الإنتاج السنوى من الأسماك تضطر جمهورية مصر العربية إلى استيراد كميات من الأسماك المنلحة والملحة والمدخنة والمعلبة لتغطية حاجة الأسواق الداخلية ، وقد بلغت قيمة إستيراد جمهورية مصر العربية لهذه المنتجات السمكية عام ١٩٥١ نحو ١٥٣١٥٠٠٠ جنيه ، ثم انخفضت هذه القيمة إلى نحو ١٤٣٠٦٠٠٠ جنيه عام ١٩٥٣ ، وبفضل تنسيق سياسة الإستيراد من الخارج انخفضت كمية إستيراد مصر من الأسماك عام ١٩٦٠ إلى نحو ٨٠٠ طن سنوياً فقط (على الرغم من زيادة عدد السكان) ، وهذه تبلغ قيمتها نحو ٩٠٠٦٠٠٠ جنيه .

وحسب البيانات الخاصة بالمصيد من الأسماك بالمسطحات المائية بجمهورية مصر العربية عام ١٩٦٥ يتضح أن الإنتاج الكلى في هذا العام بلغ نحو ٦٧ مليون كيلو جرام ، وكان حصة الإنتاج من الأسماك البحرية نحو ٣٤ مليون كيلو جرام أى نحو ٥٠ ٪ من جملة الإنتاج الكلى . وتنتج الكمية الباقية من بحيرات مصر الشمالية والداخلية ومن مجرى نهر النيل ، هذا على الرغم من أن مساحة المسطحات المائية البحرية الصالحة لهاميات الصيد تبلغ نحو ١١٥١٤٠٠٠٠ فدان ^(١) ، بينما تبلغ مساحة المسطحات المائية الداخلية الصالحة للصيد نحو مليون فدان فقط . على ذلك يتضح أن معابد المياه العذبة تتساوى في كمية إنتاجها السنوى مع المصايد البحرية المصرية على الرغم من قلة مساحة مسطحاتها المائية . وإن دل هذا على شيء ، فإنما يدل على أن مصايدنا البحرية (فى البحرين الأبيض المتوسط والأحمر) فى أشد الحاجة الى التطور ، واستخدام

(١) على أساس أن خط عمق ١٠٠ فathom هو الحد النهائى للرفرف القارى على طول السواحل البحرية المصرية .

ألات الصيد الحديثة لإستغلال كل بقعة منها ، حتى يمكن أن ننهض بالإنتاج السمكى بمجمهورية مصر العربية .

وبتوضيح من دراسة بيانات عام ١٩٧٣ أن كمية الإنتاج السمكى من البحر المتوسط لا تزال منخفضة عن ذى قبل ، فيصاح من سواحل الدلتا فى مصر نحو ١٠ آلاف طن ، وينتج مثلهم كذلك من مياه البحر الأحمر ، فى حين تساهم بحيرات مصر الشالية بحيرة ناصر وبحيره قارون بنحو ٤٣٧٠٠ طن ، ومن نهر النيل نحو ٣٠٠٠٠ طن

ويجب ألا تنقيد مصايد الأسماك البحرية المصرية بمنطقة الرفرف القارى أمام خط الساحل فقط ، بل لا بد كذلك من وصول مراكب الصيد الى داخل البحر والبحث عن أسماك المياه السطحية (البلجيك) مثل السردين ، الذى كادت تختفى مجموعاته فوق منطقة الرفرف القارى المصرى أمام الدلتا .

وعلى ذلك يحسن أن نشير الى امكانيات صيد الأسماك بالمسطحات المائية المصرية المختلفة .

(أولا) صيد الأسماك من المياه البحرية

على الرغم من ضآلة الانتاج السنوى من الأسماك البحرية فى مصر الا أن لمصر سواحل بحرية عظيمة الامتداد وتطل على البحر الأبيض المتوسط شمالا والبحر الأحمر شرقاً ، ويبلغ طولها نحو ٣٣٠٠ كيلو متر . وتتراكم أمامها بعض الرواسب الفيضية والمواد الغذائية (خاصة أمام سواحل مصر الشالية) وبفعل هذه المواد العالقة بالمياه مع الأشعة الشمسية ، تتكون مجموعات هائلة من الفيتوبلانكتون والى تزدهر خاصة عند بداية فصل الشتاء ، وفى ثم تعظم كمية المعيد من الاسماك البحرية عند بداية هذا الفصل كذلك .

١ - السواحل الشمالية مصر :

وتبعاً لاختلاف مورفولوجيتها العامة، وعرض الرفف القارى أمامها يمكن تصنيفها الى ثلاثة أقسام هى :-

١ - الساحل من الاسكندرية الى بور سعيد :

ويبلغ متوسط عرض الرفف القارى هنا نحو ٥٠ كيلو متراً ومساحته نحو ١٢٥٠٠ كيلو متر مربع ، ويصب النيل فوق قاع الميهاء الساحلية كل عام كميات هائلة من الرواسب مما أدى الى ضحولة الرفف القارى ، وتعرضه لعمليات الهبوط التدريجية البسيطة . ويتميز منطح الرفف القارى هنا باستوائه العام وانحداره البسيط تبعاً لتفطيته بفرشات عظمية من طمي النيل . وبعد هذا الساحل أهم مراكز الصيد البحري في جمهورية مصر العربية ، لوفرة المواد الغذائية والقيتوبلانكتون بالمياه خاصة عند بداية فصل الشتاء . وقد ساعد سفن الصيد أمام هذا الساحل انتشار المرافىء الجيدة الصالحة لرسو السفن ، والتي تهتدى اليها مراكب الصيد اذا ما تعرضت للأمواج العالية والعواصف ومنها مرافىء بور سعيد ، ودمايط ، ورشيد ، وأبو قير والميناء الشرقية ، والأنفوشى بالاسكندرية . وعلى ذلك يعمل أمام هذا الساحل أكبر عدد من مراكب الصيد المصرية .

ب - الساحل من بور سعيد الى حدود مصر الشرقية على البحر الابيض المتوسط

يمتد الساحل هنا على شكل قوس بسيط ، ويكتنفه بعض السبخات البحرية والبحيرات الضحلة (مثل بحيرة البردويل) وتتميز المياه 'مامه بقلة عمقها تبعاً لتراكم الرواسب الفيضية النيلية التى تجرفها التيارات البحرية السطحية نحو الشرق ، وعلى ذلك نقل كمية الرواسب كلما اتجهنا شرقاً صوب الساحل الشرقى للبحر الابيض المتوسط . ويبلغ متوسط عرض الرفف القارى هنا نحو ٤٦ كيلو متراً ، ومساحته نحو ٨٥٥٠٠ كيلو متر مربع . ويلاحظ أن عدد مراكب الصيد العاملة أمام هذا الساحل قليلة العدد بالنسبة للمنطقة السابقة ، وذلك يرجع الى أن مياهه أقل وفرة بالاسماك من تلك المياه التى تتمثل أمام

ساحل الاسكندرية - بورسعيد ، هذا الى جانب قناة المرائى ، الجيدة الصالحة لرسو سفن الصيد .

ج - الساحل من الاسكندرية الى حدود مصر الغربية على البحر الابيض المتوسط :
يمتد هذا الساحل من الاسكندرية شرقاً الى السلام غرباً على شكل شريط طولى ولا يكتنفه من الخليجان البحرية سوى خليج بحر العرب أمام إقليم مريوط . وبضيق الرفوف القارى أمامه تبعاً لنلة الرواسب الفيضية أمام خط الساحل وظروف نشأة الساحل نفسه ، وعلى ذلك فتوسط إنساع الرفوف القارى هنا نحو ١٥ كيلو متراً وتبلغ مساحته نحو ٦٧٥٠ كيلو متر مربع .
وحيث إن معظم أرضية الرفوف القارى هنا تتألف من صخور صلبة ، لذلك تعذر استخدام طريقة شبك الجر فى عمليات صيد الأسماك . ولكن هناك بعض المراكز أمام هذا الساحل (خاصة فى منطقة مرسى مطروح - ومنطقة عجينة) يكثر بها تجمعات سمك المرجان . وتتركز أهمية هذا الساحل فى نبات الإسفنج المصرى ذو السمعة العالمية والذى تقدر قيمة محصوله السنوى بنحو ٢٥ ألف جنيه .

(٢) السواحل الشرقية لمصر :

وهذه يمكن تصنيفها كذلك إلى قسمين رئيسيين هما : -

١ - سواحل خليج التمسيس :

وتعد أرضية هذا الخليج جزءاً من الرفوف القارى حيث يقل عمقه عامة عن ١٠٠ قامة ، ومتوسط عرض خليج التمسيس يبلغ نحو ٣٠ كيلو متراً ، وتبلغ مساحته نحو ٨٤٠٠ كيلو متر مربع . وتغطى أرضية الخليج فرشات سمكية من الرمال ولذا كانت من أصلح البقاع لاستخدام شبك الجر فى صيد

الأسماك البحرية . ويمتد القسم الشمالى من الخليج والذي تصب فيه بعض
الأودية الجافة ومذوفاتها من الرواسب بعد حدوث الأمطار الإعصارية من أمم.
المصايد السمكية فى مياه هذا الخليج .

ب - ساحل البحر الاحمر فى شرق مصر :

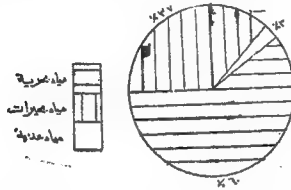
يضم الررف القارى أمام ساحل البحر الأحمر فى مصر ويبلغ متوسط
عرضه نحو ١٥ كيلو متراً ، وجملة مساحته من مدخل خليج السويس شمالاً
إلى حدود مصر الجنوبية نحو ١٩٠٥ كيلو متر مربع . ولم تستغل المسطحات
المائية أمام هذا الساحل ، إستغلالاً مجزياً ويرجع ذلك إلى بعض العقبات
الطبيعية (القاع الصخري للررف القارى وانتشار الشعاب المرجانية) وتعدد
المشاكل الجغرافية الأخرى (مثل بعد هذه المنطقة عن أسواق الإستهلاك
الداخلى - قلة طرق المواصلات - عدم وفرة المياه العذبة والمواد الغذائية
والإضاءة والمناطق السكنية للصيادين ...) . وعلى ذلك فإن عدد مراكب
الصيد العاملة أمام هذا الساحل محدودة جداً ، وتعتبر هذه المنطقة فى أشد
الحاجة إلى تطوير نظم الصيد فيها ، وتسهيل عمليات وتسويق منتجات الصيد
بسهولة .

تطور إنتاج الاسماك من المسطحات البحرية فى مصر

على الرغم من أن نسبة إنتاج الأسماك من مياه البحر الأبيض المتوسط
كانت نحو ١٢ ٪ من جملة الإنتاج الكلى للمسطحات المائية بجمهورية مصر
العربية عام ١٩٢٨ إلا أن هذه النسبة إرتفعت إلى نحو ٢٨ ٪ عام ١٩٣٧
ثم إلى نحو ٤٥ ٪ عام ١٩٥٩ وأصبحت عام ١٩٦٥ نحو ٣٧ ٪ من جملة
الإنتاج السمكى بجمهورية مصر العربية الذى بلغ نحو ٦٧ مليون كيلو جرام .
(٦٧ ألف طن) .

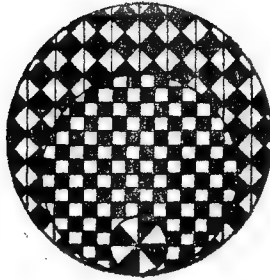
وحسب بيانات عام ١٩٦٥ يتضح أن جملة المصيد من أسماك المياه البحرية تبلغ نحو ٩٠ ٪ ، بينما تمثل نسبة المصيد من أسماك المياه العذبة وأسماك المياه البحرية نحو ٣ ٪ ، ٣٧ ٪ على التوالي بالنسبة للإنتاج الكلى . (شكل ٨٥)

وقد اتضح من بيانات المصايد السمكية (قسم الإحصاء) لعام ١٩٦٥ ، أن مصايد الأسماك بمياه البحر الأبيض المتوسط في مصر ، تعد أهم المصايد



(شكل ٨٥) نسبة إنتاج الأسماك المصادة من مياه البحار والبحيرات والمياه العذبة المصرية

البحرية بالجمهورية ، حيث بلغ جملة إنتاج الأسماك على طول ساحل البحر الأبيض في مصر نحو ٢١٨٦ مليون كيلو جرام ، بينما كان جملة الإنتاج السمكي لمياه البحر الأحمر نحو ١١٨٨ مليون كجم . ويوضح شكل ٨٦ اختلاف جملة الإنتاج السنوي للأسماك من المسطحات البحرية المختلفة في مصر عام ١٩٦٥ . ومن ثم تظهر أهمية مياه البحر الأبيض المتوسط ومكانتها بالنسبة لجملة الإنتاج السمكي بجمهورية مصر العربية واهتمت الدولة خاصة خلال العشر سنوات الأخيرة بزيادة عدد سفن الصيد الآلية وتزويدها بالمعدات وآلات الصيد الحديثة . فبينما كان عدد سفن الصيد عام ١٩٣٢ نحو ٢٨ سفينة ، ارتفع عددها إلى ٤٢١ سفينة عام ١٩٥٨ وإلى ٥٥٩ سفينة عام ١٩٦٠ ثم إلى نحو



(شكل ٨٦) نسبة الصيد من مناطق المسطحات البحرية المختلفة في جمهورية مصر العربية
عام ١٩٦٥

٩٢٢ سفينة عام ١٩٦٢ . وقد نجم عن ذلك استفلال المسطحات المائية أمام هذا الساحل بصورة أعظم عن ذي قبل وارتفع جملة الإنتاج السنوى من الأسماك من ١٠.٠٠٠ طن عام ١٩٣٢ الى ٣٥٠.٠٠٠ طن عام ١٩٥٨ ثم الى ٥١٠.٠٠٠ طن عام ١٩٦٠ وأصبح جملة الإنتاج السنوى للأسماك من ساحل مصر الشالى وحده نحو ٣٧٨.٠٠٠ طن عام ١٩٦٢ .

ويوضح الجدول التالى جملة الإنتاج السمكى لسواحل مصر الشمالية فى الفترة من عام ١٩٢٨ الى عام ١٩٣٢ ، وفى عام ١٩٥٨ الى عام ١٩٦٢ ، ونسبة انتاج الأسماك من ساحل مصر الشالى الى الإنتاج الكلى للصيد المصرى .

| السنة | عدد سفن الصيد الآلية | الانتاج المكي للبحر الأبيض المتوسط بمصر | |
|-------|-------------------------|---|------------------------------------|
| | | الوزن (بالطن) | النسبة / من الانتاج في مصر (بالطن) |
| ١٩٢٨ | — | ٥٦٠٠ | ١٢٥٣٪ |
| ١٩٢٩ | — | ٦٦٢٦ | ٢٠٦ |
| ١٩٣٠ | ٣٠ | ٨ ١٣٥٪ | ٣٠٦٩ |
| ١٩٣٢ | ٢٨ | ١٠٦١٤٤ | ٢٨٤٩ |
| ١٩٥٨ | ٤٢٨ | ٣٥٦١٢٧ | ٤٣٥٧٪ |
| ١٩٥٩ | ٥٠٢ | ٣٨٦٨٧٢ | ٤٥٥٤ |
| ١٩٦٠ | ٥٥٩ | ٥١٤٨٤ | ٥٨٦٣ |
| ١٩٦٢ | ٦٢٢ | ٣٧٥٨٣٢ | ٣٠٦٥ |

ويوضح هذا الجدول كذلك نسبة إنتاج الأسماك من المصاطبات المائية للبحر الأبيض المتوسط في مصر بالنسبة للانتاج الكلي للأسماك في السنوات المختلفة، حيث كانت هذه النسبة نحو ٢٨٪ عام ١٩٣٢ ثم ارتفعت إلى نحو ٥٨٪ عام ١٩٦٠، إلا أنها انخفضت ثانية لتصل ٣٠٦٥٪ عام ١٩٦٢. وحسب بيانات عام ١٩٦٥، ارتفعت نسبة إنتاج الأسماك من مياه البحر الأبيض المتوسط في مصر إلى نحو ٣٧٪ من جملة الإنتاج الكلي الذي بلغ نحو ٦٧ مليون كيلوجرام في هذا العام^(١).

١. صلاح الدين الرفقا، رياض عبد الحليم قورة «التغير الموسمي للصيد من أملاك البحر الأبيض المتوسط» وزارة البحث العلمي — معهد علوم البحار والمصايد بالإسكندرية الشفرة رقم ٧٥ أغسطس عام ١٩٦٤.

ولكن فيما بعد عام ١٩٦٥ انخفض الإنتاج السمكى من البحر المتوسط في مصر انخفاضاً كبيراً وأصبحت قرى ومدن الصيد حول ورشيد ودمياط شبه شبحية، وانتشرت البطالة بين الصيادين وذلك لتغير البيئة البحرية لياء البحر المتوسط أمام ساحل الدلتا بعد خزن مياه النيل خلف السد العالى وهكذا أصبح البحر المتوسط في مصر يسام بنحو ١٠,٠٠٠ طن سنوياً فقط من الأسماك وأصبح من مياه البحر الأحمر نحو ١٠,٢٥٠ طن عام ١٩٧٢ .

وتتمثل أعظم مناطق الصيد أمام ساحل مصر الشمالى بالبحر الأبيض المتوسط في المنطقة الساحلية الواقعة بين دمياط شرقاً ورشيد غرباً ، أى قاعدة الدلتا . ويعزى ذلك إلى ما يلى :-

أ - اتساع الرفف القارى تبعاً لضخوة المياه ، وأصبح من السهل على سفن الصيد الصغيرة أن تبهر لمسافات بعيدة عن الشاطئ .

ب - وفرة المواد الغذائية والفيثوبلانكتون بالمياه خاصة عند نهضة فصل الصيف وبداية فصل الشتاء حيث تنخفض درجة حرارة المياه السطحية نسبياً ، وتقل نسبة الملوحة فيها تبعاً لأثر مياه الفيضان .

ج - تشكيل قاع الرفف القارى هنا بالرواسب الطينية والرملية مما يساعد على استخدام شباك الجر في عمليات الصيد .

د - قرب المنطقة من المرافىء الجيدة، ومراكز التسويق الرئيسية . وحسب البيانات الإحصائية لعام ١٩٦٥ كان جملة إنتاج الأسماك أمام مياه الإسكندرية نحو ٤٠٠٠ طن ، ومياه أبى قير نحو ٢٠٠٠ طن ورشيد ١٢٠٠ طن ، والبرلس ٢٧٠٠ طن ودمياط ١٧٠٠ طن بينما لم ترد عن ٦ أطنان فقط في منطقة مرسى مطروح .

ويمثل أم العائلات السمكية التي تستغل من مياه البحر الأبيض المتوسط أمام الساحل المصرى فى الجبى - والسردى - والبرى - والوقار - والمرجان - والكابورى - وسك موسى - واللوت - والبورى - والطوبار - والياس . والسيوف - والموزة - والدنىس - إلا أن كلا من السردى والجبى هما أهم هذه العائلات السمكية من الناحية الاقتصادية .

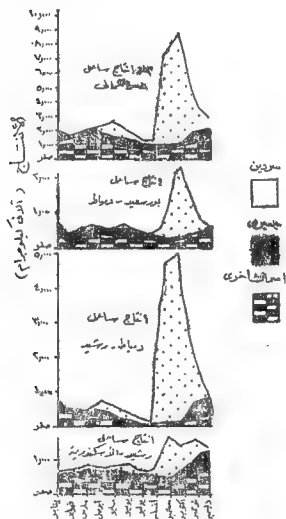
ويوضح من دراسة شكل ٨٧ جملة الإنتاج الشهرى لأماك ساحل مصر الشمالى وأجزائه الرئيسة المختلفة حسب بيانات عام ١٩٦٣ . ومنه يلاحظ أن أهم الأمالك المستغلة من هذه المسطحات المائية هى السردى والجبى . وتختلف كمية الإنتاج الشهرى من الأمالك فى هذه المنطقة من شهر إلى آخر . ويمكن القول أن أشهر فصل الصيف هى أقل فترات السنة إنتاجاً ، بينما يعظم إنتاج الأمالك على طول الساحل الشمالى لمصر خلال أشهر الشتاء .

وبغزى قلة الإنتاج السمكى فى فصل الصيف الى ما يلى :-

١ - ارتفاع درجة حرارة المياه السطحية حيث يبلغ متوسطها خلال شهر أغسطس نحو ٢٢.٥ م . أو بمعنى آخر ارتفاعها عن الحد الأقصى الذى تتطلبه نمو كائنات الفيتوبلانكتون ، وعلى ذلك ، تعمل حرارة المياه المرتفعة على هلاك معظم هذه الكائنات

ب - تبعاً لارتفاع درجة حرارة المياه السطحية فى هذا الفصل ، تنجم معظم مجموعات الأسماك الى أسفل لتسبح فى المياه الأقل حرارة والأكثر اعتدالاً من حيث خصائصها الطبيعية أو قد تنجم الى المياه العميقة البعيدة عن خط الساحل .

ج - ينجم عن عدم سقوط الامطار فوق المسطحات المائية خلال هذا الفصل من السنة ، بالإضافة الى عظم الاشعة الشمسية الساقطة علي سطح المياه ، ارتفاع نسبة الملوحة بالمياه السطحية حيث تبلغ متوسطها نحو ٢٩ في الاف . والتي لا تساعد الفيتوبلانكتون علي الطوفان فوق سطح المياه .



(شكل ٨٧) جلة الانتاج الشهري لصايد السردين والجمري والأماك الأخرى من مياه الساحل الشمالي لمصر سنة ١٩٦٢ .

ويبدأ الانتاج الشهري من الاسماك على طول ساحل البحر الابيض المتوسط لمصر في الارتفاع التدريجي ابتداء من آواخر شهر أغسطس وبداية شهر سبتمبر^(١) وإلى نهاية ديسمبر . (شكل ٨٧) .

ويتضح كذلك من دراسة الجدول الآتى حسب بيانات عامي ١٩٧٢، ٧١ أن أعظم شهور الصيد من مياه البحر المتوسط أمام سواحل الدلتا هي تلك التي تمتد من شهر أكتوبر حتى شهر فبراير ، وبساهم الانتاج السمكي لشهر نوفمبر عادة بنمو ١٥ ٪ من جملة الانتاج السمكي من مياه سواحل الدلتا وبعد شهر يوليو أقل الشهور انتاجاً للأسماك ، ولا يزيد جملة الانتاج السمكي خلال هذا الشهر عن ١٥ ٪ من جملة الانتاج السمكي من مياه البحر المتوسط في مصر .

ويعزى ذلك الى ما يلي :-

١ - إعتدال درجة حرارة المياه السطحية حيث يبلغ متوسطها خلال شهر يناير نحو ١٦ر٢ م وعلى ذلك لا تعرقل نمو كائنات الفيتوبلانكتون بل تساعد على إنقسامها وعظم إزدهارها .

ب - تساعد الأمطار الساقطة في فصل الشتاء وحركة الأمواج على تقليب المياه السطحية وتجديد طبقات الفيتوبلانكتون .

ج - يعظم نسبة وجود المواد الغذائية والفيتوبلانكتون بالمياه السطحية بعد

(١) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء - إحصاءات الانتاج السمكي في جمهورية مصر العربية عام ١٩٧٢-٧١ - مريح رقم ١٢١٨ / ١ ، ٨٤ ، سبتمبر ١٩٧٤ ، ص ٧ .

| الشهور | ١٩٧٠ - ١٩٧١ | | ١٩٧١ - ١٩٧٢ | |
|--------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| | الكمية بالطن | النسبة المئوية | الكمية بالطن | النسبة المئوية |
| يوليو | ٨٣٨ | ٤٢٦ | ٨٩٧ | ٤٤ |
| أغسطس | ٨٥١ | ٤٢٧ | ١١٣٠ | ٥٥ |
| سبتمبر | ١٠٢٢ | ٥٢٦ | ١١٧٦ | ٥٨ |
| أكتوبر | ٢٠٨٠ | ١١٢٤ | ٣٠٥٠ | ١٥٠ |
| نوفمبر | ٢٧٩٣ | ١٥٢٤ | ٣٠٧٦ | ١٥٠ |
| ديسمبر | ٢١٧٥ | ١١٢٩ | ١٨٧١ | ٩٢ |
| يناير | ٢٦٥١ | ٩٢١ | ٢٠٩٨ | ١٠٣ |
| فبراير | ١٣٥٧ | ٧٢٥ | ١٤٣٧ | ٧١ |
| مارس | ١٠٥٢ | ٥٢٧ | ١١٦٣ | ٥٧ |
| أبريل | ٩٩٣ | ٥٢٥ | ١٦٣٧ | ٨٠ |
| مايو | ١٨٤٩ | ١٠٢٢ | ١٢٦٠ | ٦٧ |
| يونيو | ١٥٣٣ | ٨٢٤ | ١٤٨٨ | ٧٣ |
| جملة الانتاج | ١٨١٩٠ | ٪ ١٠٠ | ٢٠٣٨٣ | ٪ ١٠٠ |

فترة وجيزة من حدوث فيضان النيل عند نهاية فصل الصيف وبداية فصل الشتاء . وكلما عظمت كميات الفيتوبلانكتون بالمياه تكثر مجموعات الممردين بالمياه الإقليمية ، ومن بين أنواع الفيتوبلانكتون أمام الساحل المصري تلك المعروفة باسم كيتوسيريس *Chaetoceros* ، وميلوزيرا *Melosira* وكوسكينوديسكوس *Coscinodiscus*

د - تبعاً لتصريف مياه فيضان النيل في البحر بالإضافة إلى كمية الأمطار الأعاصرية الشتوية الساقطة على المياه وانخفاض درجة حرارة الهواء الملاصق للماء، تنخفض نسبة ملوحة المياه السطحية (أمام مصبي النيل) في هذا الفصل وتبلغ متوسطها خلال شهر يناير نحو ٢٠ في الألف .

ويتضح من البيانات الاحصائية لعام ١٩٦٢^(١) أن السردين والجبرى بأنواعه المختلفة (القزازی والسويسى والأحمر والحكهيماني أو الياباني) ، يمثلان أكثر من ٦٠ ٪ من جملة المحصول الكلى لأسماك مياه البحر الأبيض المتوسط في مصر ، وكان السردين يمثل منفرداً نحو ٤٨ ٪ من جملة الانتاج الكلى . وبلى ذلك في الأهمية أسماك اللوت حيث كان نسبة إنتاجها نحو ٨٨ ٪ والبورى ٣٠٧ ٪ ، والحارث ٣٠٦ ٪ والبربوني ٢٠٨ ٪ من جملة المصيد من مياه البحر الأبيض المتوسط في مصر .

وقد كان جملة الانتاج من السردين عام ١٩٦٢ نحو ١٨ مليون كيلو جرام ، وعظمت كمية الانتاج منه بوجه خاص خلال الفترة من سبتمبر إلى آخر نوفمبر حيث كانت نحو ١٧ مليون كيلو جرام وتسجل قمة إنتاج السردين من هذه المنطقة خلال شهر أكتوبر حيث كان بصادته نحو ٨ مليون كيلو جرام في هذا الشهر وحده . ولم يتضح حتى الآن أسباب التغير الموسمي في كمية المصيد من السردين أمام ساحل مصر الشالي على مدار السنة . ولكن أوضحت الملاحظات العلمية ما يلى :-

١ - أنه كان هناك علاقة وثيقة بين مواسم إنتاج السردين وموسم فيضان نهر

1 - El-Maghraby, A. M., (The Biology of the Egyptian Sardine)
Alex. Institute of Hydrobiology, Notes & Memoires, No- 58
(1960) p. 26.

النيل حيث كان يبدأ صيد السردين عندما يبدأ النهر في تصريف مياهه في البحر . بل يتوقف موسم صيد السردين تماماً بانتهاء موسم الفيضان كذلك . (١)

ب - لم يكن يظهر تأثير مياه فيضان النيل على تجمع أسراب السردين مباشرة، ولكن بعد فترة زمنية قد تبلغ نحو شهر (٢) ، حيث تزدهر الفيتوبلانكتون وبعض المواد الغذائية بالمياه وتنتج أسراب السردين إلى المياه الساحلية أمام قاعدة الدلتا وخاصة أمام مصب فرعى رشيد ودمياط .

وقد أكد رفعت (Rifaat, 1960) أن أحشاء السردين تحتوي على أغذية يتألف معظمها من الدياتومات التي تزدهر بالمياه الساحلية بعد تدفق مياه النيل فيها خلال فترة الفيضان .

وتبعاً لانهيار مياه الفيضان السنوية خلف السد العالي منذ عام ١٩٦٥ ، كادت تختفي أسراب السردين أمام السواحل المصرية ، وانخفضت كمية الانتاج السنوي من السردين عن ذي قبل . ولكن بعد عام ١٩٧٠ بدأ الانتاج من السردين في زيادة تدريجية بسيطة عن السنوات الماضية وأصبح ينتج نحو ١٣٠٠ طن سنوياً من مياه البحر المتوسط أمام الدلتا ، وعلى ذلك فإن أهم الأسماك العظمية المنتجة حسب بيانات عام ١٩٧٢ من مياه البحر

1 - Rifaat, A., (Sardine Fisheries in U. A. R.), Alex. Institute of Hydrobiology, Notes & Mem. No. 54., (1960).

٢ - صلاح الدين الزرقا ورياض عبد الحليم توره «التغير الموسمي للصيد من أ حاك البحر الأبيض المتوسط» ، معهد علوم البحار والمصايد بالأكاديمية - الشرة رقم ٧٤ أغسطس عام ١٩٦٤ ،

المتوسط تتمثل على التوالي فى السردين ، والبرونى والحارث ، والمرحان والفراخ والموزة وأقلها أهمية الطوبار - الوقار - الساخورة - المياس - البورى النازيلى - سيفوليا - اللوت - الشرغوش - الدنيس والمغازل ومن أهم الأسماك الغضروفية فى مياه سواحل الدلتا هى المحراث والبقر ، وينتج من القشريات (الجمبرى بأنواعه) نحو ١١١٠ طن عام ١٩٧٢ .

أما البحر الأحمر فلا زالت أهمية إستغلال مياهه والمصايد السمكية فيه ضئيلة جداً إذا ما قورنت بأهمية مصايد البحر الأبيض المتوسط ، ويعزى ذلك إلى عوامل طبيعية وبيولوجية خاصة بالمياه وقاع البحر نفسه ، وعوامل بشرية تختص بإمكانات صيد الأسماك فى هذه المنطقة البعيدة عن مركز الثقل البشرى جمهورية مصر العربية وصعوبة تسويق الأسماك إلى داخل البلاد .

ويمتد ساحل البحر الأحمر من الفتحة الجنوبية لخليج السويس إلى الحدود الجنوبية لمصر لمسافة يبلغ طولها نحو ٦٨٠ كيلو متر ، وبينما يبلغ طول خليج السويس نحو ٢٨٠ كيلو متر ، يقل طول خليج العقبة عن ١٩٠ كيلو متر . وتبعاً لضخامة مياه خليج السويس فتعد أرضيته كلها جزءاً من الرقرف القارى ويتراوح إنساع الخليج من ٢٠ - ٥٠ كيلو متر ، أما خليج العقبة فهو أعظم عمقاً من خليج السويس لتأثره بالحركات الصدمية العظمى التى تكونت حوض البحر الأحمر الصدمى الحوضى Taphrogeosyncline ، ويزيد متوسط عمقه عن ١٠٠٠ متر ، وقد تصل بعض أعماقه إلى نحو ٣٤٠٠ متر ، ولا يزيد عرض الخليج عن ٢٥ كيلو متر .

أما الرقرف القارى أمام ساحل البحر الأحمر فى مصر فيتميز بضيقة خاصة فى القسم الشمالى ويتسع الرقرف بالتدرج كلما اتجهنا جنوباً . وقد

تشكلت أرضية الرفوف القاري هنا وكذلك ساحل البحر نفسه بكثرة الشعاب المرجانية ، وإنتشار الجزر الصغيرة المرجانية والغارية المجاورة لخط الساحل وشدة التعرية البحرية في صخور الشاطئ ، (١) وإرتفاع مدى المد والجزر على الساحل حيث يصل فرق المد إلى نحو ١٢٠ سم ، ولا تكون على طول الساحل البحيرات المستنقعية كما هو الحال بالنسبة للساحل الشمالي لمصر .

وتبعاً لندرة التساقط وقلة المياه الفيضية التي تصب في البحر وعظم سقوط الأشعة الشمسية على سطح المياه والموقع الجغرافي لحوض البحر الأحمر ، تميزت مياهه السطحية بارتفاع درجة حرارتها بحيث يبلغ المتوسط في شهر سبتمبر نحو ٣٢٫٢° م ، كما ترتفع نسبة الملوحة بالمياه السطحية إلى نحو ٤١ في الألف . وتبعاً لارتفاع نسبة الملوحة بالمياه السطحية الديدة تنحدر هذه المياه إلى أسفل نحو الأعماق البعيدة (١٠٠٠ م من السطح) وتكون كتلة مائية دفيئة بالنسبة لمياه المحيطات الأخرى التي تمثل عند هذا العمق البعيد من السطح .

وقد بلغ جملة إنتاج الأسماك من مياه البحر الأحمر (فيما عدا خليج

١ - راجع :

أ - أنور عبدالمليم - «التروة المائية في البحر الأحمر» ، ووسائل تنميتها - دار المعارف القاهرة - عام ١٩٦١ .

ب - عبد الرحمن الخولي - «مصادر البحر الأحمر» - مطابع الهلال - القاهرة - عام ١٩٦٥ .

ج - أحمد العدوي - «سواحل مصر» - مجلة كلية الآداب - الإسكندرية - عام ١٩٥٢ .

1 - Ahmed M. Badr, & C. Crossland, (Topography of the Red Sea Floor), Reports on the Preliminary Expedition Mahabith Exploration of the Red Sea: 1939.

السويس) في مصر ، عام ١٩٦٥ نحو ١١٨ مليون جـرام^(١) ، وأغلب العائلات السمكية في مياه البحر الأحمر صالحة للأكل وخاصة الصغيرة الحجم منها ومن أهم الأسماك الاقتصادية العربي أو البورى - العنبر - السليخ - القرم - المرجان - البراكودا - النونة الكبيرة الحجم - والكشر ، التوين - الشعور - المحسن - البهار - القمر - الفارس - الضرع والدريفي^(٢) . وتمتد أعظم مصايد الأسماك بخليج السويس من سهل عتاقة (جنوب السويس) شمالا إلى رأس ملعب جنوباً . وتستخدم هنا طرق شبك الجر والشانول في عمليات الصيد .

وتمثل أهم العقبات التي تعهد من زيادة الإنتاج السمكى لمياه البحر الأحمر فيما يلى : -

١ - بعد هذه السواحل عن مناطق تصريف الإنتاج ، مما يلزم استخدام عربات خاصة لنقل الأسماك ، والمزودة بالسلالات الكبرى حتى تصل الأسماك إلى الأسواق في صورة جيدة .

٢ - عدم وفرة المياه العذبة على طول الساحل ، وفقر البيئة الطبيعية مما يضطر الصيادون إلى شراء مستلزماتهم وغذائهم من مدينة السويس الواقعة على رأس خليج السويس .

٣ - عدد مراكب الصيد المحدود بالإضافة إلى أنها بدائية الصنع وليذنت

١ - لا يزال هذا الرقم يمثل المتوسط السنوى لإنتاج الأسماك من مياه البحر الأحمر حيث وصل الإنتاج عام ١٩٧١ إلى نحو ١٠٦٠٠٠ طن ، وأصبح نحو ١٠٢٥٠ طن عام ١٩٧٢ .

٢ - للدراسة التفصيلية الخاصة بالتركيب القسوى لهذه العائلات السمكية .
ولم نج : عبد الرحمن الحولى - (مصايد البحر الأحمر) - القاهرة عام ١٩٦٥ .

مزودة بمحركات آلية ، فضلا عن فقر الصيادين واستخدامهم آلات بدائية في عمليات الصيد .

٤ - كثرة الأسماك السامة والأسماك الكبيرة الحجم بمياه البحر الأحمر والتي تعمل على افتراس الأسماك الصغيرة .

٥ - قلة المرافق الجيدة الصالحة لرسو السفن .

٦ - إمتداد الشعاب المرجانية على طول خط الساحل وفوق الرغرف القاري

نما يحمل استخدام شباك الجر في كثير من المناطق أمراً مستحيلاً .

٧ - عدم تعود أفراد الشعب المصري على تذوق أسماك البحر الأحمر .

٨ - عدم استغلال بعض الأسماك من مياه البحر الأحمر مثل سمك القرش^(١)

والذى قد تقوم عليه صناعة استخراج زيتة اذا ما أنتج منه كميات كبيرة

وقد بذلت الدولة في الآونة الأخيرة كثيراً من الجهود لتيسير عمليات

الصيد من مياه البحر الأحمر حتى تأخذ مكانها اللائق بين المصايد السمكية

الهامة في جمهورية مصر العربية وأنشئت الدولة بالغردقة محطات لاستقبال

الأسماك وزودتها بالثلاج اللازم حتى يحفظ الأسماك بحالة جيدة قبل

تسويقها ونظمت جمعيات للصيد التعاوني للإشراف على عمليات الصيد

وإرشاد الصيادين إلى المصايد المجزية تحت رعاية معهد علوم البحار بالغردقة

كما رصفت الطرق البرية الجيدة على طول ساحل البحر الأحمر من القصير

جنوباً إلى السويس شمالاً لتسهيل عمليات نقل الإنتاج السمكى .

أما في قناة السويس ، فتكاد تقتصر عمليات صيد الأسماك في البحيرات

الصغيرة التي تشقها القناة مثل بحيرة التماسيح والبحيرات المرة . ويصاد منها

البورى والطلوبار .

(١) تصنع اليابان من زعانف سمك القرش حساء حلو المذاق غالي الثمن .

(لانيا) صيد الاسماك من البحيرات المصرية

على الرغم من أن جملة مساحة البحيرات المصرية (الساحلية منها والداخلية) تبلغ نحو مليون فدان أى نحو ١١ ٪ من جملة مساحة الرافار القارية للسواحل المصرية إلا أن جملة إنتاجها السنوى من الأسماك بلغ نحو ٣٠ مليون كيلو جرام عام ١٩٦٥ أى نحو ٤٧ ٪ من جملة الانتاج السنوى للأسماك فى جمهورية مصر العربية^(١). وعلى ذلك يتضح أن مياه البحيرات أعظم إستغلالا فى عمليات صيد الأسماك من مياه المسطحات البحرية المصرية . كما أن جملة المحصول السمكى للقدان الواحد من المياه البحرية يبلغ نحو ١٠ كجم فى السنة ، فى حين أنه يبلغ نحو ١٠ كجم بالمسطحات المائية البحرية ، أو بمعنى آخر يبلغ جملة انتاج الأسماك للقدان بالمسطحات البحرية نحو ١٠ أمثال مثيله بالمسطحات البحرية المصرية .

ولكن تبعاً للتوسع الأفقى فى مساحة الأرض الزراعية على حساب هذه البحيرات الساحلية الشمالية بمصر (المنزلة ، البراس ، أدكو ، مريوط .) وما تعرضت له هذه البحيرات من عمليات التجفيف المستمرة ، ثم نتيجة لعمليات ضبط مياه الفيضانات السنوية لنهر النيل وتخزينها خلف السد العالى ، انكشيت مساحة البحيرات بالتدريج ، وانخفض جملة الانتاج السمكى من البحيرات على الرغم من التقدم فى طرق عمليات الصيد ، وكثرة الأيدى العاملة فى صيد الأسماك بهذه البحيرات. ويلاحظ أن أعظم البحيرات تأثراً بالانكماش

(١) أرتفع الانتاج السنوى للأسماك من بحيرات مصر الشمالية بما فيها بحيرة ناصر من ٣٠ ألف طن عام ٦٥ الى ٢٧٠٠ طن عام ١٩٧٣ ، وأصبح انتاجها يزيد من نصف جملة الانتاج السنوى للأسماك من المصايد السمكية المصرية (فيما هذا المنتج من أهالى البحار) .

هى بحيرة مربوط التى جفف منها أكثر من ٥٥ ٪ من جملة مساحتها فيما بين ١٩٣٥ إلى ١٩٦٠ ، وتليها بحيرة المنزلة حيث جفف منها نحو ٢٠ ٪ من مساحتها فى هذه الفترة السابقة .

ويوضح الجدول التالى تطور مساحة بعض البحيرات المصرية منذ عهد الحملة الفرنسية فى مصر حتى عام ١٩٥٦ .^(١)

| المساحة حسب تقدير علماء الحملة الفرنسية | المساحة ١٨٨٩ (فدان) | المساحة ١٩١٣ (فدان) | المساحة ١٩٥٦ (فدان) | البحيرة |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------|
| ٤٧٠٠٠٠ | ٤٩٠٠٠٠ | ٤١٠٠٠٠ | ٣٢٥٠٠٠ | المنزلة |
| ٢٧٠٠٠٠ | ١٨٠٠٠٠ | ١٤٠٠٠٠ | ١٣٠٠٠٠ | البرلس |
| ٨٠٠٠٠ | ٨٠٠٠٠ | ٤٥٠٠٠٠ | ٢٣٠٠٠٠ | ادكو |
| ٢٠٤٠٠٠ | ٥٠٠٠ | ٦٥٠٠٠٠ | ٢٣٠٠٠٠ | مربوط |
| ٣٢٠٠٠٠ | ٣٠٠٠٠٠ | — | — | أبوقير |
| ١٠٠٥٧٠٠٠ | ٨٣٠٠٠٠ | ٦٦٠٠٠٠ | ٥١٦٠٠٠٠ | |

وعلى الرغم من أن مياه البحيرات المصرية أكثر خصوبة من مياه الرافد القارية للبحرين الأبيض المتوسط والأحمر فى مصر ، إلا أن نسبة خصوبتها تختلف من بحيرة الى أخرى . وعلى ذلك اختلف معدل انتاج الفدان من الأسماك فى كل من هذه البحيرات . ويلاحظ أن أعظم البحيرات خصوبة حسب بيانات عام ١٩٥٩ هى بحيرة أدكو ثم تليها كل من مربوط والبرلس كما يتضح من الجدول الآتى : -^(٢)

(١) سعد قسطنطى ماطى ، (بحيرات مصر الشمالية) رسالة ماجستير - جامعة القاهرة

عام ١٩٦٠ .

(٢) أ - الادارة العامة للأحياء المائية - بيانات عن المصايد السمكية - قسم الاحياء

عام ١٩٥٩ .

ب - أنور عبد المليم (القنوة المائية فى جمهورية مصر العربية) دار للناشر عام

١٩٦١ ص ٣٢٦ .

| البحيرة | المساحة بالفدان عام ١٩٥٩ | معدل الإنتاج السنوى بالطن | معدل إنتاج الفدان بالكيلوجرام في السنة |
|-------------|-----------------------------|------------------------------|---|
| ١ - المنزلة | ٣٢٥٦٠٠٠ | ٢٠٠٦٠٠٠ | ٦٢ |
| ٢ - البرلس | ١٣٥٦٠٠٠ | ١٤٦٠٠٠ | ١٠٣ |
| ٣ - أدكو | ٣٣٦٠٠٠ | ٧٠٠٠ | ٢٢٥ |
| ٤ - مريوط | ٣٢٦٠٠٠ | ٤٦٥٠٠ | ١٤٠ |
| ٥ - قارون | ٥٥٦٠٠٠ | ٢٦٥٠٠ | ٤٥ |
| الجميلة | ٥٧٧٦٠٠٠ | ٤٨٦٠٠٠ | ١١٥ |

ويعمل على إستغلال الثروة السمكية من مياه البحيرات مراصك صيد صغيرة ينتمى معظمها إلى مراكب من نوع الدرجة الثالثة وتبلغ نسبة المراكب الجيدة من الدرجة الأولى إلى مراكب الصيد المتوسطة الجودة من الدرجة الثانية إلى مراكب الصيد العادية الصغيرة من الدرجة الثالثة والعامة بالبحيرات المصرية نحو ١ : ٥ : ٢٥ .

ويبلغ عدد الصيادين من الرجال والأولاد العاملين ببجيرة المنزلة نحو ٨١٢٤ شخصاً ، وفي البرلس نحو ٤٦٨٨ شخصاً وفي أدكو ١١٨٤ شخصاً وفي مريوط ٢٧٠٤ شخصاً . ويوضح الجدول التالى عدد مراكب الصيد المختلفة العاملة في كل من هذه البحيرات وعدد المشتغلين من الصيادين فيها حسب بيانات عام ١٩٥٦ (١) .

- (١) ١ - مركز بحوث البحار والمصايد بالاسكندرية — إدارة المصايد — دافتر الإيرادات عام ١٩٥٦ .
ب - سعد تساندى ملطى — (بحيرات مصر الشمالية) — رسالة ماجستير — جامعة القاهرة — عام ١٩٦٠ .

| عدد الصيادين | | عدد مراكب الصيد | | البحيرة |
|--------------|-------------|-----------------|------------|---------------|
| ولداً ١٨٤ | رجلاً ٣٦٨ | ٤٦ | درجة أولى | المنزلة |
| ولداً ١٠٠٠ | رجلاً ٢٠٠٠ | ٥٠٠ | درجة ثانية | |
| ولداً ١٥٢٤ | رجلاً ٣٠٤٨ | ١٥٢٤ | درجة ثالثة | |
| ولداً ٢٧٠٨ | رجلاً ٥٤١٦ | ٢٠٧٠ | المجموع | البرلس |
| ولداً ٢٠٨ | رجلاً ٤١٦ | ٥٢ | درجة أولى | |
| ولداً ٧٤ | رجلاً ١١٨ | ٣٧ | درجة ثانية | |
| ولداً ١٦١٤ | رجلاً ٣٢٢٨ | ١٦١٤ | درجة ثالثة | |
| ولداً ١٨٩٦ | رجلاً ٣٧٩٢ | ١٧٠٣ | المجموع | أدكو |
| ولداً ٦ | رجلاً ١٢ | ٢ | درجة ثانية | |
| ولداً ٧٢٢ | رجلاً ١٤٤٤ | ٧٢٢ | درجة ثالثة | |
| ولداً ٧٢٨ | رجلاً ١٤٥٦ | ٧٢٥ | المجموع | مربوط |
| ولداً ١٢٦٨ | رجلاً ٢٥٣٦ | ١٢٦٨ | درجة ثالثة | |
| ولداً ٦٦٠٠ | رجلاً ١٣٢٠٠ | ٥٧٦٦ | | المجموع الكلى |

ويمكن تقسيم البحيرات الساحلية الشمالية في مصر تبعاً لطبيعة إتصالها
بمياه البحر المجاور إلى مجموعتين هما :-

١ - بحيرات تتصل بمياه البحر المجاور عن طريق البوغاز ، وذلك مثل :

المنزلة وتتصل بالبحر عن طريق بوغاز الجليل .

البرلس وتتصل بالبحر عن طريق بوغاز البرلس .

أدكو وتتصل بالبحر عن طريق بوغاز المعديّة .

٢ - بحيرات لا تتصل بمياه البحر المجاور : وتمثل في بحيرة مربوط ،

وبشائها في ذلك بحيرة فارون في منخفض الفيوم ، ولذلك تزود هاتين
البحيرتين بزرعة الأسماك سنوياً تحت إشراف معهد الأحياء المائية ،
بالاسكندرية للمحافظة على ثروتهما السمكية من التدهور .

وأهم ما يميز البحيرات الساحلية الشمالية في مصر (المنزلة ، والبرلس ،
وأدكو ، ومربوط) تشابهها جميعاً من حيث أعماقها الضحلة جداً فتوسط
عمق بحيرة المنزلة يبلغ نحو ١١٠ سم بينما يبلغ في البرلس نحو ٨٠ سم ، وأدكو
نحو ٦٥ سم ، ومربوط نحو ٥٥ سم . بل هناك مسطحات مائية واسعة من
هذه البحيرات تقل فيها أعماقها عن ٤٠ سم وخاصة المسطحات المائية الشمالية
الغربية من بحيرة المنزلة والغربية من بحيرة البرلس والشرقية من بحيرة أدكو .
وأعظم المناطق عمقاً في هذه البحيرات تتمثل في تلك الأجزاء التي كانت تمثل
مجارى نهريه قديمة لفروع النيل القديمة ، كما هو الحال في بعض أجزاء من
قاع بحيرة المنزلة وأدكو حيث يتراوح عمق المسطحات المائية هنا فيما بين
٢ - ٥ متر .

وتبعاً لمراحل تطور نمو هذه البحيرات وإنتشار بعض الجزر الصغيرة فيها
وتأثيرها بالحرركات التكتونية البسيطة ، وتشكيل أرضيتها بظواهرات
جيومورفولوجية متنوعة ، يمكن تقسيم قاع البحيرات إلى أحواض مائية
مختلفة وقد أمكن تمييز أكثر من ثلاثين حوضاً مائياً ببخيرة المنزلة وحدها
(منها بحار رشدي ، والديجو ، وأتربب ...) وتتألف بحيرة البرلس من أربعة
أحواض رئيسية أعظمها مساحة حوض البركة الشرقية وحوض بركة الكوم
الأخضر .

وتنتشر فوق أرضية هذه البحيرات فرشاة مختلفة من الرواسب أغلبها

الرواسب الفيضية الطينية التي يعظم إنتشارها فوق قاع بحيرات المنزلة وأدكو وشرق بحيرة مربوط . وقد تختلط هذه الرواسب في بعض الأجزاء بالرواسب الرملية والرواسب الجيرية وكثيراً ما تتألف الأخيرة من مفتتات الإحياء البحرية الصدفية . وقد تنتشر بعض النباتات البحرية والمستنقعية على حواف البحيرات كما هو الحال حول الحواف الهامشية لبحيرات البرلس ، وأدكو ، والمنزلة . وفي الجزء الشرقي من بحيرة البرلس تكثر نباتات الغياب والبردي ونباتات الحامول . هذا إلى جانب إزدهار كائنات الفيتوبلانكتون والمواد الغذائية بمياه البحيرات خلال موسم فيضان النيل وارتفاع منسوب المياه بالبحيرات

ومن حيث الأحوال الجوية ، وحالة مياه البحيرات ، فهي في مجملتها ملائمة تماماً لعمليات الصيد على مدار السنة ولكن في حالة إضطراب مياه البحر المجاور وارتفاع الأمواج قد تغلق البواغيز التي تربط مياه البحيرات بالبحر المجاور . وتكاد تتشابه الظروف المناخية في كل هذه البحيرات مجتمعة لمتوسط درجة حرارة الهواء الملاصق لمياه بحيرة المنزلة ، يبلغ نحو 13.1°C ، وفي البرلس 13.3°C ، وأدكو 13.4°C ، ومربوط 13.7°C ، والبرديويل 12.9°C . ويسخن الهواء الملاصق للمياه بشدة في فصل الصيف ، ويبلغ متوسط درجة حرارته في هذا الفصل في المنزلة نحو 26.2°C ، والبرلس 26.0°C ، وأدكو 26.0°C ، ومربوط 25.9°C ، والبرديويل 25.8°C .

أما العواصف فهي نادرة ما تحدث بمياه البحيرات ، وتتراوح سرعة الرياح فيها من ١٠ — ٢٠ كيلومتر / ساعة . وتشكل درجة حرارة مياه البحيرات تبعاً لهذه الظروف المناخية . ويوضح الجدول التالي إختلاف متوسطات

درجة حرارة المياه بالبحيرات المختلفة (فيما بين عام ١٩٢١ - ١٩٣٤) خلال
الفصول الأربعة للسنة بالدرجات المئوية ، -

| البحيرة | يناير | أبريل | يوليو | أكتوبر |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| المنزلة | ١٩٣٦ م° | ٢٢٠٥ م° | ٢٩٨٥ م° | ٢٥٢١ م° |
| البرلس | ١٥٨٠ م° | ٢١٨٣ م° | ٢٧٢٤ م° | ٢٥٩٧ م° |
| أدكو | ١٦٣١ م° | ١٩٧٤ م° | ٢٧١٠ م° | ٢٤٥٣ م° |
| مريوط | ١٤٧٩ م° | ١٩٨٥ م° | ٢٥٨٥ م° | ٢٣٢٠ م° |

وتختلف نسبة الملوحة بمياه البحيرات من ٢ الى ١٥ في الألف وتنخفض
كثيراً خلال موسم فيضان النيل

الإنتاج السمكى من البحيرات المصرية

على الرغم من الانكماش التدريجى لمساحة البحيرات المصرية ، إلا أن كمية
الإنتاج السمكى منها فى إزدياد تدريجى مستمر تبعاً لزيادة عدد السفن العاملة
فيها والتقدم التكنولوجى فى عمليات الصيد ، وقوانين الصيد التى وضعتها
الهيئات المسئولة لحماية صغار الأسماك، وعملها على تحسين خصوبة مياه البحيرات.
وعلى ذلك تطور الإنتاج السمكى بالبحيرات المصرية من ١٤٦ طن عام
١٩٥٨ إلى ٢٣٠٠٠ طن عام ١٩٦١ ، ثم أصبح إنتاجها نحو ٣١٠٠٠ طن
عام ١٩٦٣ وإنخفض عام ١٩٦٥ إلى نحو ٣٠٠٠ طن .

وتعد بحيرة المنزلة أولى هذه البحيرات من حيث كمية الإنتاج السنوى
للأسماك ، حيث كان إنتاجها نحو ١٣١٩ طن عام ١٩٦٥ ، ثم يليها كل من
بحيرات مريوط وإنتاجها ٩٠٢٤٠ طن ، والبرلس وإنتاجها ٥٠٢٥٧ طن ،

ثم أدكو وإنتاجها ٢٥٧٣٨ طن ، ثم قارون وإنتاجها ١٩٠٨ طن . إلا أن أعظم المسطحات المائية خصوبة تعمل في بحيرة أدكو ، ثم يليها كل من مياه بحيرات مريوط والمنزلة ، والبرلس . وعلى ذلك يلاحظ أن متوسط محصول الفدان الواحد من الأسماك يبلغ أعظم تقديراته بمياه بحيرة أدكو .

ويوضح الجدول الآتي تطور المعدل السنوي لإنتاج الفدان الواحد من مياه البحيرات المصرية من الأسماك خلال فترتين زمنيتين مختلفتين ^(١) .

| المعدل السنوي لإنتاج الفدان (بالكيلو جرام) في الفترة من ١٩٥١-١٩٥٥ | المعدل السنوي لإنتاج الفدان (بالكيلو جرام) في الفترة من ١٩٢١-١٩٣٠ | البحيرة |
|---|---|-------------------|
| ٢٢٥ | ١١٩ | ١ - بحيرة أدكو |
| ١٤٠ | ٩٣ | ٢ - بحيرة مريوط |
| ٦٢ | ٣١ | ٣ - بحيرة المنزلة |
| ١٠٣ | ٢٤ | ٤ - بحيرة البرلس |

وحسب بيانات عام ١٩٧٢ يتضح أن أعظم البحيرات المصرية إنتاجاً للأسماك هي بحيرة المنزلة (٢٠٦٢٩ طن) يليها بحيرات البرلس (٨٢٧٦ طن) وبحيرة ناصر (٧٥٦٠ طن) ثم قارون ، ومريوط وأدكو . كما يتضح من الجدول الآتي :-

- (١) أ - سعد تساندى ملطى : (بحيرات مصر الشمالية) - رسالة ماجستير - جامعة القاهرة - عام ١٩٦٠ .
ب - نشرة الاقتصاد الزراعى - الأعداد من عام ١٩٥٥ - ١٩٦١ ،

| البحيرات | حجم الإنتاج عام ١٩٧٣ طن |
|----------------|-------------------------|
| المنزلة | ٢٠٦٢٩ |
| البرلس | ٨٢٣٦ |
| أدكو | ٦٣٩ |
| مريوط | ٢٧٦٩ |
| قارون | ٢٨٣١ |
| ملاحة بور فؤاد | ٧١ |
| بحيرة ناصر | ٧٥٦٠ |
| الجملة | ٤٢٧٣٥ |

وأهم الأسماك المنتجة من بحيرة المنزلة (حسب بيانات عام ٧٢) تتمثل في البلطي، الطوبار، القرموط، البورى، البياض، الحناش، الجبرى، ومن بحيرة البرلس، البلطي، والطوبار والبورى ويعد سمك البلطي أهم الأسماك المنتجة من بحيرات أدكو ومريوط وقارون وبحيرة ناصر بينما تشتهر ملاحة بور فؤاد بصيد أسماك البورى.

ويتذبذب الإنتاج السمكى بمياه البحيرات المصرية من فصل إلى آخر، ويعظم إنتاجها خلال الفترة من أول سبتمبر إلى نهاية ديسمبر. وذلك يعزى إلى :

أ - وصول مياه الفيضان السنوية إلى البحيرات (خاصة قبل حجز المياه خلف السد العالى)، فتؤدى إلى إرتفاع منسوب المياه بالبحيرات، وجلب مواد غذائية وكميات كبيرة من الفيتوبلانكتون إليها.

ب - إعتدال درجة حرارة مياه البحيرات في هذه الفترة بحيث تناسب ازدهار كائنات الفيتوبلانكتون .

ج - تساعد بعض الأمطار التي تسقط شتاء خاصة على طول الشريط الساحلى الشمالى ، على تقليب مياه البحيرات و خلط المواد الغذائية في مياهها .

أما في فصل الشتاء البارد خاصة خلال أشهر يناير ، وفبراير ، ومارس ، فيقل الإنتاج السمكى بالبحيرات لانخفاض منسوب مياه البحيرات من جهة وإنخفاض درجة حرارتها من جهة أخرى . وعلى ذلك لا تزدهر كائنات الفيتوبلانكتون كثيراً خلال هذه الفترة (شكل ٨٨) : أما في فصل الصيف فيقل الإنتاج السمكى كذلك خاصة فيما بين أول مايو حتى منتصف أغسطس تبعاً لحرارة المياه المرتفعة ، والتي تهلك كثيراً من كائنات الفيتوبلانكتون .



(شكل ٨٨) التقدير النهري للأسماك في مصر ونسبة المصيد من المصطحات المائية المختلفة

حسب بيانات سنة ١٩٦٣ .

وتبعاً لارتفاع نسبة الملوحة في المياه خلال هذه الفترة من السنة ، (نتيجة لاندفاع التساقط وقلة التصريف المائي من النيل إلى البحيرات ، وعظم ما يصب فيها من مياه التصريف الزراعي المحملة بالأملاح بعد غسيل الأرض الزراعية) تتأثر بذلك مجموعات الأسماك وخاصة تلك التي لا تتحمل هذا التغير في نسبة أملاح مياه البحيرات .

وعلى الرغم من تعدد العائلات السمكية بمياه البحيرات المصرية إلا أن أهم هذه العائلات من الناحية الاقتصادية تتمثل في البلطي ، والطوبار ، والبوري ، والحناش ، والجبري .

ويوضح الجدول الآتي النسب المئوية للأصناف الرئيسية من هذه الأسماك التي تنتج من مياه البحيرات المصرية خلال الفترة من عام ١٩٢٠ - ١٩٤٠ .

| نوع الأسماك | بحيرة المنزلة | بحيرة البرلس | بحيرة أدكو | بحيرة مريوط |
|----------------|---------------|--------------|------------|-------------|
| ١ - البلطي | ٢٥ ٪ | ٣٠ ٪ | ٦٢ ٪ | ٧٣ ٪ |
| ٢ - الطوبار | ٤٤ | ٣٧ | ١١ | ٣ |
| ٣ - البوري | ٧ | ٥ | ٤ | ٨ |
| ٤ - الحناش | ٤ | ٣ | ٤ | ٤ |
| الأنواع الأخرى | ٢٠ ٪ | ٢٠ ٪ | ١٩ ٪ | ١٢ ٪ |

وحسب البيانات الإحصائية لعام ١٩٦٠ (١) وعام ١٩٧٠ تبين أن أهم أسماك بحيرة المنزلة تتمثل في البلطي الذي يمثل نحو ٤٧ ٪ من جملة إنتاج البحيرة ويليه الطوبار وتبلغ نسبة إنتاجه نحو ١٥ ٪ . أما في بحيرة أدكو ومريوط فيمثل البلطي التركيب السمكي الرئيسي لهاتين البحيرتين إذ يمثل نحو ٧٥ ٪ من جملة إنتاج البحيرتين من الأسماك .

(١) راجع : نشرة الاقتصاد الزراعي — عدد يونيه عام ١٩٦١ .

وإذا نظرنا إلى جملة التركيب السمكى لإنتاج جمهورية مصر العربية من الأسماك عام ١٩٦٢ . نلاحظ أن السردين على قائمة هذه الأسماك حيث كان الإنتاج منه أكثر من ٢١ ألف طن ، وينتج أساساً من مياه البحار المصرية ثم يليه البطلى وكان الإنتاج منه نحو ١١ ألف طن، وينتج أساساً من مياه البحيرات والمياه العذبة في مصر ، وبلى ذلك الجبىرى وبقلت جملة إنتاجه نحو ١١ ألف طن وينتج من مياه البحار والبحيرات المصرية (خاصة بحيرة المنزلة) . ويوضح شكل ٩٠ ، طبيعة التركيب السمكى لإنتاج جمهورية مصر العربية من الأسماك عام ١٩٦٢ ، وتوقع المسطحات المائية التى تصاد منها هذه العائلات السمكية المختلفة . وتجدر الإشارة كذلك إلى بحيرة ناصر التى بدأ ميلادها حديثاً خلفت السد العالى جنوب أسوان . ويبلغ مساحة المسطحات المائية فيها نحو ٥٠٠ كيلو متر مربع ، وسوف لا يزيد منسوب المياه المخزونة خلفت السد عن ١٨٠ متراً . وقدر أن طول بحيرة ناصر فى الاقليم المصرى سوف يبلغ نحو ٣٥٠ كيلو متر ويتراوح عرضها من ١٥ — ٦٠ كيلو متر .

وتعتبر بحيرة ناصر ثانى البحيرات الصناعية الكبرى فى العالم ، وتبلغ سعة البحيرة نحو ١٥٧٠٠٠ مليون متر مكعب من المياه ، وأعظم عمق لها يبلغ نحو ٩٠ متراً . ولكى يحسن إستغلال الزروة السمكية بمياه هذه البحيرة فيجب أن تقام مزارع سمكية تعوض النقص فى الأسماك وأن تزود البحيرة بالزريعة اللازمة . وعند انخفاض منسوب سطح مياه البحيرة وجفاف الحزام الساحلى من النباتات المائية المثبتة التى تتخذها الأسماك مواطن للتعيش فيها ، يحسن أن تقام عوامات خشبية على جانبي البحيرة كبديل لهذا الحزام الساحلى حتى لا يتدهور الإنتاج السمكى (١) .

١ — أنور عبد الحليم ، (الزروة المائية فى جمهورية مصر العربية) دار المعارف عام ١٩٦١ ص ٥٩

ولكى نعمل على تنمية الثروة السمكية وازدهارها بمياه البحيرات الساحلية الشالية يجب أن نراعى ما يلى :-

١ - تحويل المسطحات البحرية الى مزارع سمكية نظامية ، ومنع نظام الإلتزام .

٢ - إيقاف عملية استصلاح الأراضى على تلك البور منها فقط ، وعدم تجفيف البحيرات خلال هذه الفترة .

٣ - منع الصيد فى البواغيز والتي تمثل بوابة البحيرات وصلة الربط بينها وبين البحر المجاور ، ويجب المحافظة على بقائها مفتوحة لتسهيل حركة الهجرة السمكية من البحر الى البحيرات وبالعكس .

٤ - العناية بمصايد الجمبرى فى بحيرتى المنزلة والإرس ، وتربية أسماك البورى فى المنخفضات المائية الساحلية .

٥ - الاستغلال الاقتصادى لهذه البحيرات القائم على أساس الدراسات العلمية الدقيقة ومعاينة من يستخدم المتفجرات فى عمليات الصيد .

(ثالثا) صيد الأسماك من مجرى نهر النيل

تمثل نسبة جملة الأسماك التى تصاد من مياه مجرى نهر النيل فى مصر حسب بيانات عام ١٩٦٣ أقل من ٦ ٪ من جملة الإنتاج السمكى لجمهورية مصر العربية فى هذا العام .

وتبعاً لاستغلال مجرى نهر النيل وفروعه فى الملاحة النهرية وتنظيم مياه النهر وضبطها لم يزدهر الإنتاج السمكى من مجرى نهر النيل كثيراً خلال العشر سنوات الماضية . وقد كان جملة الإنتاج السمكى من مجرى نهر النيل عام

ولكن حسب بيانات عام ١٩٦٥ يتضح أن المراكز الرئيسية لصيد أسماك المياه العذبة من مجرى النيل انتقلت من مراكزها القديمة في الشمال^(١) ، وتركزت في المنيا حيث أصبح إنتاجها نحو ١٢٧ ألف كيلو جرام ثم يليها كل من منطقة سوهاج ، والأقصر ، والقاهرة ، وبني سويف.

وتتلخص أهم مشاكل تقدم الإنتاج السمكى بمجرى نهر النيل فيما يلى : -

١ - كثرة مناربات الرى ، وضبط مياه النهر كان من شأنه القضاء على صغار الأسماك وعمية تكاثرها .

٢ - إلقاء مخلفات انصانع من مواد كىاوية وأخرى سامة فى مياه مجرى النهر ، وينجم عن تلوث المياه عدم تكوين بيئة صالحة لنمو الأسماك .

٣ - إرتفاع نسبة الملوحة بالمياه خاصة بعد غسل الأرض وتصريف المياه عن طريق المصارف التى تصب بدورها فى النهر .

٤ - كثرة المواد الطينية والرملية العالقة بالمياه ، تؤدى إلى عدم توغل الأشعة الشمسية إلى المياه السفلية ، ولا تساعد بالتالى على القيام بعملية التمثيل الكلوروفيلى بسهولة .

وكما هو الحال بالنسبة للإنتاج السمكى من البحار والبحيرات المصرية تسجل أعظم كيات الإنتاج الشهري لأسماك المياه العذبة المصادة من مجرى نهر النيل خلال أشهر سبتمبر ، وأكتوبر ، ونوفمبر ، وديسمبر أى منذ بداية فترة الفيضان السنوى للنيل حتى نهايته (شكل ٨٨) .

١ - الدكتور الفندرية الواردة من أقسام مصلحة (معهد علوم البحرية والمصايد بالاسكندرية) معهد علوم البحار والمصايد ، فى الفترة من عام ١٩٥٨ — ١٩٦٢ .

ويستخدم طرق بدائية في صيد الأسماك بمجرى النيل ومنها طرق الكور وشباك الرمي أو الطراحات - وغزل الفراط - وغزل الدوار - والسناد وشباك اليد^(١)

وتتمثل أهم العائلات السمكية الإقتصادية بمجرى نهر النيل في أسماك البلطي بأنواعها المختلفة (البلطي المزلوى - والبلطي - الأبيض أو السلطاني - والبلطي الأخضر ...) ثم يليها الجناش والياض ، والبورى :

وعلى الرغم من قلة الإنتاج السمكي بمجمهورية مصر العربية إذا ما قورن بغيره من إنتاج الدول الأخرى إلا أن الدولة سعت إلى تصدير بعض الأنواع السمكية خاصة بعد تعليلها . ويعتبر الجبىرى المصرى من أجود الأنواع العالمية ويتميز بطعمه الجيد وحجمه الكبير ، وبدأت صناعة تصدير الجبىرى المجدد إلى الخارج منذ أول عام ١٩٥٤ ، حيث صدر نحو ٤٣٠ طن ، ونضاعف الإنتاج في السنوات التالية وتم تصدير ٥٥٠ طن عام ١٩٥٨ ، ونحو ٩٠٠ طن عام ١٩٥٩ وكان ثمنها نحو ١٢٥ مليون دولار أمريكى .

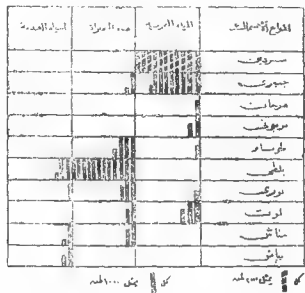
وتعمل عدة شركات في تصنيع الجبىرى المجدد والمطبخ وهى شركات المستودعات وكزأكروس - وأدفيتا - وفيشلكس - وجيلكس - وديفر كس . وتحرص هذه الشركات كل الحرص على تصنيع الجبىرى الجيد الخالى من العيوب ، ثم يطرح كمية المصنع من الجبىرى المجدد فى الأسواق المحلية ، بينما يصدر معظم الجبىرى المطبخ إلى الخارج .

وعلى سبيل المثال تم توريد نحو ٧١٧.٠٠٠ كيلو جرام من الجبىرى إلى

١ - فيما يتعلق بدراسة طرق الصيد هذه راجع :

أنور عبد المليم « الثروة المائية فى الج.م.ع. » القاهرة عام ١٩٦١ .

شركة المستودعات عام ١٩٦٢ ، وقد صنع من هذه الكمية نحو ٢٨٠٠٠ كيلو جرام
 كيلوجرام فقط ، وصدر منها إلى الخارج نحو ١٢٧٠٠٠ كيلو جرام
 واستغل الباقي في الأسواق المحلية . (شكل ٩١) .



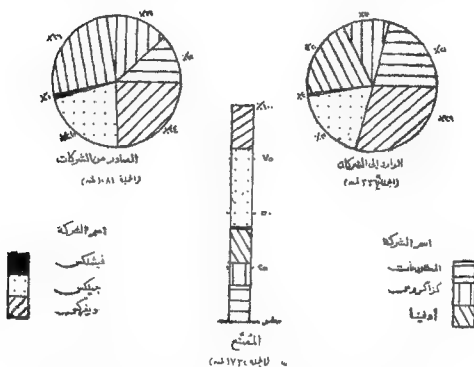
(شكل ٩٠) جلة انتاج بعض أنواع الأسمك الرئيسية من المعادلات المختلفة في جمهورية مصر العربية عام ١٩٦٢ .

أما بالنسبة لشركة أدينا فقد تم توريد نحو ٦٦٦.٨٥١ كيلو جرام
 من الجبوري لمصانع الشركة في نفس هذا العام كذلك ، وصنعت الشركة من
 هذه الكمية نحو ٢٨٥٠٠٠ كيلو جرام ، وصدرت معظم هذا الانتاج إلى
 الخارج (نحو ٢٨٣.٠٠٠ كيلو جرام) . وبيع الجبوري المجمد غير الصالح
 للتعليب في الاسواق المحلية .

وقد تبين أن جملة ماورد إلى كل شركات تصنيع الأسمك وتعليبها عام
 ١٩٦٣ كان نحو ٢٣٦٩ طن ، وصنع من هذه الكمية نحو ١٧٢٢ طن فقط ،

ولم يصدر من هذه الكمية المصنعة سوى ١.٨١ طن ، بينما يضرب باقي الإنتاج
بأسواق المحلية . (شكل ٩١) .

ويلاحظ أن شركتي ديفركس وكازاكروس صدرتا أعظم كمية من
الجمبرى إلى الخارج عام ١٩٦٣ ويأتى بعدهما فى القائمة كل من شركات جيلكس
والمستودعات وأدفيتا ، وفيشلكس .



(شكل ٩١) نسبة حصص شركات مصنعي الأسماك ، من الأسماك الواردة محلياً إليها ، والمصنعة
والمصدرة بمصر قتها حسب بيانات عام ١٩٦٣ .

ووضع الجدول الآتي كمية الوارد إلى الشركات من الجبري والأسماك عام ١٩٦٣م، و كمية المصنع منها، و كمية المصدر من هذه الأسماك (١)

| اسم الشركة | الوارد إليها | | المصنع فيها | | الجهة المصدرة إليها |
|--------------|--------------|--------|-------------|--------|--|
| | جبري | اسماك | جبري | اسماك | |
| المستودعات | ٧١٧٥٨٨٤ | | ٢٨٩٥٨٠٦ | | فرنسا. الولايات المتحدة، سويسرا اليابان. إيطاليا، اليونان. فرنسا، الولايات المتحدة، سويسرا اليابان، اليونان، هولنده قبرص، اليابان، إيطاليا. فرنسا، واليونان |
| كزاكروس | ٣٧١٥٢٥٧ | | ١٧٨٥٢٧٧ | | ١٧٧٥٥٧٢ |
| أديفيا | ٦٦٦٥٨٥١ | | ٢٨٤٥٦٨٩ | | ٧٨٣٤٥٣٥ |
| فيشكس | ١٩٤٤٥ | | ٨٥٦٦٧ | | ٤٥٨٧٤ |
| جيكس | ٦٢٤٥١٢٢ | | ٩٢٤٥١٣٢ | | ٢٢٧٥١٧٦ |
| ديفر كس | ٩٦٨٥٩٩٢ | ١١٥٥٤١ | ٣٤٦٥٧٠ | ١١٥٥٤١ | ٢٦٠٥٩٦٤ |
| الجله بالكجم | ٢٣٦٩٥٢٦١ | ١١٥٥٤١ | ١٧٢٢٤٢٦ | | ١٥٠٨١٥٠٩٥ |
| الجله بالطن | ٢٥٣٦٩ | | ١٥٧٣٢ | | ١٥٠٨١ |

١ — سكوتف الاحصاء الشامل للتجيري — (السكوتف الاحصائية بصفة الشركات) . معهد علوم البحار والصيد ، ذم ١٩٦٢ .

الباب الثامن

الفصل التاسع عشر :

دراسة اقيانوغرافية تطبيقية للمحيط الهادى

الفصل العشرون:

أهمية علوم البحار والمحيطات فى الحياة العملية

الفصل التاسع عشر

دراسة أقيانوغرافية تطبيقية للمحيط الهادى

يعتبر المحيط الهادى أعظم المحيطات مساحة وعمقاً ، كما أنه أكبر ظاهرة طبيعية ممثلة فوق قشرة الأرض . وتبلغ مساحته نحو ٣٤ ٪ من مساحة سطح الكرة الأرضية ، أى تفوق مساحته جملة مساحة القارات مجتمعة . وتعاذل نسبة مساحة هذا المحيط بالنسبة لمساحة قارة أستراليا بنحو ٢٠ : ١ وبعد مضيق بيرنج Bering الباب الشمالى لهذا المحيط ، ويبلغ متوسط إنساعة نحو ٥٦ ميلا . ويبلغ أعظم عمق له نحو ٣٠٠٠ قدم . وهنا تقع الحدود الفاصلة بين قارتي آسيا وأمريكا الشمالية عند جزيرة ديوميد Diomed ، التى تكاد تنصف هذا المضيق . وإلى قسمين متساويين . ويحدد جانبي المحيط سواحل الأمريكتين شرقاً ، وأوساحل شرقي آسيا وجزر الهند الشرقية وأستراليا غرباً . ولكن اختلف الكتاب فى تحديد الأطراف الجنوبية لهذا المحيط . فبعض الكتاب يعتبر دائرة عرض ٤٠° جنوباً هى الحد الجنوبي للمحيط الهادى بينما اعتبر بعضهم الآخر المحيط الجنوبي Southern Ocean حتى السواحل الشمالية لانتاركتيكا جزء من المحيط الهادى . (دائرة عرض ٦٦° جنوباً) . وتبعاً لذلك تبلغ المساحة الإجمالية للمستطحات المائية بالمحيط الهادى نحو ٦٨٠٦٣٤ ميل مربع . (ولكن مساحته حتى دائرة عرض ٤٠° جنوباً تبلغ نحو ٥٥ مليون ميل مربع) ويمتد المحيط من مضيق بيرنج شمالاً إلى ساحل روس Ross (شمال أنتاركتيكا)

جنوباً ، لمسافة تبلغ نحو ١٠٥٠٠ ميل (بينما يمتد لمسافة ٧٣٥٠ ميل فقط حتى دائرة عرض ٤٠° جنوباً) . وتبلغ طول المسافة من سنغافورة غرباً إلى قناة بنما شرقاً نحو ١٢٥٠٠ ميل . ومن ثم كانت أهم الخصائص المميزة للمحيط الهادئ ومازالت كذلك ، هي أبعاده العظمى التي أثرت في طبيعة التوزيع الجغرافي للكائنات النباتية والحيوانية بل وتعمير جزر المحيط بالجنس البشري ، وجعلت لكل مجموعة من الجزر خصائصها الجغرافية المميزة وعلى الرغم من أن الجانبين الشرقي والغربي للمحيط تبدو قوسية الشكل إلا أن مظهر المحيط العام يتخذ شكل المثلث الهائل المساحة ، وتمثل رأسه في منطقة مضيق بيرنج شمالاً ، وتمثل قاعدته في الأطراف الجنوبية من مياه المحيط الجنوبي جنوباً .

وتتميز السواحل الشرقية للمحيط (السواحل الغربية للأمريكتين) بأنها سواحل بحرية ذات سهول ضيقة تنحصر بين السلاسل الجبلية العالية (الروكي الأنديز) . وتبدو هذه السهول مستقيمة الإمتداد ، وذلك فيما عدا السواحل الجنوبية لشيلى ، والساحل الغربي لأمريكا الشمالية فيما بين يوجت سوند Puget Sound وألاسكا Alaska ، حيث تكثر الفيودات والخلجان والمضايق والجزر الساحلية بهذه السواحل الأخيرة . ويعتبر خليج كاليفورنيا أكبر البحار الساحلية أو الهامشية Fringing Sea على طول السواحل الشرقية للمحيط .

وتجاور السواحل الغربية للمحيط سهول أعظم إتساعاً وأقل ارتفاعاً من السهول الساحلية الشرقية للمحيط ، حيث تتباعد السلاسل الجبلية بشرق آسيا عن خط الساحل . وتختلف السواحل الغربية للمحيط الهادئ عن الشرقية في

أن الأولى تضم مجموعة الأقواس المحيطية الجزرية والتي تمتد من قوس كمشكنا في الشمال إلى قوس نيوزيلند في الجنوب ، وتحصر بينها بحاراً ساحلية أو هامشية ضحلة ، ومنها بحار أو كخشك ، واليابان ، والبحر الأصفر Yellow وبحر الصين الشرقى ، وبحر الصين الجنوبي ، وكورال Coral .

وحاول الإنسان منذ القدم التعرف على أجزاء المحيط المختلفة واكتشاف جزره الصغيرة المتناثرة ، وقد دلت الدراسات التاريخية على أن الفايكنج قد إكتشفوا بعض أجزاء من هذا المحيط في القرن التاسع الميلادى . ثم في بداية القرن الخامس عشر ، بدأت الرحلات الأوربية ممثلة في رحلات بالبو Baiboa عام ١٥١٣ ، وماجلان Magellan عام ١٥٢٠ ، وتورس Torres وكيروس Quiros عام ١٦٠٥ ، وتسان Tasman عام ١٦٤٢ ، ورحلات جيمس كوك من عام ١٧٦٩ - ١٧٨٠ . وفي أواخر القرن الثامن عشر كان من أهم الرحلات الاستكشافية الأوربية تلك التي قام بها فانكوفر Vancouver ، وبهرنج Bering وبوجيفيل Bougainville . وتميزت الرحلات الاستكشافية البحرية بالمحيط الهادى خلال القرن التاسع عشر بقيادة الملاحين الأمريكيين وخاصة الملاح ويلكس Wilkes (١) .

وتعد أشهر الرحلات الاستكشافية البحرية بل والشعلة العظمى التي أضاءت طريق الكشوف الجغرافية بالمحيط الهادى هي تلك الرحلة التي قام بها ماجلان عام ١٥١٩ . وأبحر ماجلان من سواحل أسبانيا ، ووصل إلى الساحل الشرقى للبرازيل ، ثم إتجه جنوباً ، وعبر المضيق البحرى الذى عرف باسمه وواصل

1 - Baker, J. N. L., (History of geographical discovery..) London (1948).

سيره بعدها غرباً إلى المحيط الهادى . ونجحت بعثة ماجلان البحرية من الوصول إلى جزر الهند الشرقية وأثبت بذلك كروية الأرض بل وكان أول من عبر جانبي هذا المحيط العظيم .

ثم تلى ذلك رحلة تسمان الهولندى Abel Tasman عام ١٦٤٢ ، الذى أبحر أولاً في المياه الجنوبية للمحيط الهندى آملاً أن يتحقق من أبعاد قارة أستراليا المجهولة . وقد أبحر تسمان بجوار السواحل الجنوبية لأستراليا واكتشف جزيرة تسمانيا ، ثم إنجّه بعدها إلى جزر نيوزيلند وواصل سيره شمالاً إلى جزيرة نيوزيلند وجزر الهند الشرقية ، وفتح بذلك مناطق جديدة للاستغلال شمركة الهند الشرقية الهولندية . (شكل ٩٢) .



(شكل ٩٢) مراحل الاكتشاف الجغرافية الرئيسية لجزر المحيط الهادى .

ثم قام القبطان البريطانى جيمس كوك بثلاث رحلات بحرية في المحيط الهادى . واستمرت الرحلة الأولى من عام ١٧٦٨ - ١٧٧١ ، وحقق فيها أن

نيوزيلند تتألف من جزيرتين منفصلتين، كما اكتشف الساحل الشرقى لأستراليا وأكد كوك بعد رحلته الثانية فيما بين عام ١٧٧٢ - ١٧٧٥ ، (بعد أن عبر دائرة عرض ٦٦° جنوباً) بأنه لا وجود للأرض الجنوبية العظمى التى كان يظن بأنها تمتد جنوب المحيط الهادى ، واكتشف كوك معظم مجموعات جزر المحيط الهادى مثل توبائى ، وتومانو ، ويتسرن ، وجزر كوك الشمالية والجنوبية وأليس ، ونيوهيرلند (شكل ٩٢) .

وقد كان الغرض من رحلة كوك البحرية الثالثة فيما بين عام ١٧٧٦ - ١٧٨٠ ، إكتشاف مضيق شمالى يربط بين أعالي المحيط الهادى ، وأعلى المحيط الأطلسى وأبخر كوك من نيوزيلند وإتجه شمالاً إلى جزر ساندويتش ، ثم إكتشف جزر هاواى إلا أنه لم ينجح فى إكتشاف مضيق بيرنج ، وعاد ثانية إلى الجنوب بمحاذاة الساحل الشرقى لآسيا .

ونتيجة للرحلات العلمية المتوالية أصبح لدينا فى الوقت الحاضر خرائط تفصيلية عن أبعاد المحيط الهادى وجزره المتناثرة . وساهمت الرحلات العلمية الأقيانوغرافية كذلك على تحديد الخصائص الطبيعية العامة لظواهره الكبرى ومن بين أشهر هذه الرحلات ، رحلة شالنجر البحرية العظمى عام (١٨٧٢ - ١٨٧٦) .

وتبعاً لموقع مهد سكرىيس الأقيانوغرافى بكاليفورنيا على الساحل الغربى للولايات المتحدة الأمريكية ، فقد قام علماء هذا المعهد بعدد من الرحلات العلمية لدراسة الخصائص الطبيعية والبيولوجية فى مياه هذا المحيط ويوضح شكل ٩٣ خطوط الرحلات البحرية العلمية التى قام بها علماء هذا المعهد الأقيانوغرافى فى المحيط الهادى حتى نهاية عام ١٩٦١ .



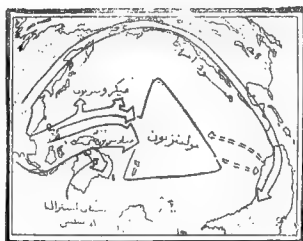
(شكل ٩٣) خطوط الرحلات البحرية الدولية التي قام بها معهد سكريبس الأقيانوغرافي في المحيط الهادى حتى نهاية عام ١٩٦١ .

مراحل تعمير جزر المحيط الهادى بالسكان

على الرغم من أن عدد سكان جزر المحيط الهادى محدود ، إلا أن هؤلاء السكان يتمون لجماعات جنسية مختلفة ، وتميزت كل مجموعة من جره بأجناس بشرية خاصة . ويتصف التركيب الجنسى لسكان هذه الجزر بالتعدد أكثر منه بالبساطة ، حيث هاجر إلى هذه الجزر سكان آسيا منذ بداية تعمير هذه القارة الأخيرة بالسكان (١) . وسلكت الجماعات البشرية طرقاً مختلفة

(١) يقصد بسكان جزر المحيط الهادى في هذا المجال هم الذين يعيشون فوق جزره المتناثر ، فيما عدا تلك الأقواس الجزرية المجاورة للساحل الشرقى الآسيوى مثل جزر اليابان ، وريوكيو ، والفلبين ، وأندونيسيا (لا تدخل فيها جزيرة نيوجينيا ويدخل سكان قارة أستراليا وجزيرتا نيوزيلند ضمن هذا الحديث .

عند عبورها هذا المحيط . وإستقر بعض المهاجرين القدماء في الجزر الواقعة بجوار الساحل الجنوبي الشرقى لآسيا بينما قطن بعضهم الآخر الجزر الواقعة في قلب هذا المحيط الكبير وهاجر قليل منهم إلى السواحل الغربية للأمريكيتين (شكل ٩٤) .



(شكل ٩٤) مسالك الهجرات البشرية في المحيط الهادى .

وقد أوضح كيرلاند Cumberland عام ١٩٥٨ (١) بأن بداية تعمير جزر المحيط الهادى بالسكان ، كانت منذ نحو ٢٥٥٠٠ سنة مضت فقط . وخلال هذه الفترة الى كانت تمثل نهاية عصر البلابوستوسين ظهرت أجزاء واسعة من المسطحات المائية للمحيط الهادى على شكل غطاءات جليدية ، كما كان مستوى سطح البحر منخفضاً بنحو ٦٠٠ قدم عما هو عليه اليوم . ومن ثم كان من اليسير على الإنسان القديم أن يعبر الطريق « البحرى - البرى » الذى يصل بين الملايو ، وجاوة وبورنيو ومنها إلى الفلبين شمالاً ، أو إلى

1 - Cumberland, K., (South West Pacific), London, 1958,

أستراليا جنوباً . ويعتبر الأنثروبولوجيون هذه الفترة أهم فترات الهجرات البشرية والتي ساعدت على إنتشار الأجناس البشرية فوق سطح هذا الكوكب الذى نعيش عليه .

وفي نهاية عصر البلايوسين وبداية العصر الحديث هاجر أصحاب حضارة العصر الحجري القديم من آسيا إلى الجزر الغربية فى المحيط الهادى . وقد شمل هؤلاء القوم أجناساً تميزوا عامة بلون بشرتهم القاتم ، وكانوا يتألفون من أقزام صغار القامة وآخرون طوال القامة ، ومن الأستراليين الأصليين . وعلى الرغم من حدوث التزاوج والاختلاط بين هذه الأجناس المختلفة إلا أنه ما زال حتى اليوم إمكان تمييز الخصائص الجنسية الأساسية لكل من هذه العائلات البشرية خاصة بين سكان نيوزيلندا وسكان أستراليا الأصليين .

ومنذ نحو ٨ آلاف سنة مضت ، هاجر إلى جزر المحيط الهادى أجناس مختلفة من آسيا عن طريق شبه جزيرة الملايو (التى كانت تمثل القنطرة الطبيعية التى تصل بين جنوب شرق آسيا وجزر أندونيسيا) . وقد خلال هذه الفترة بعض القوقازيين Caucasoid من أوروبا على شكل جماعات بشرية محدودة العدد، واستقروا فى بعض جزر أندونيسيا وفى الجزر الصغيرة المتناثرة الواقعة إلى الشرق منها ، ولم يتجسوا فى الوصول إلى قارة أستراليا . وقد تميزت هذه الجماعات القوقازية بانقائها فن الملاحة البحرية والصيد والزراعة البدائية . ويعتبر القوقازيون هم أصحاب حضارة العصر الحجري الحديث فى جزر أندونيسيا .

وقبل ميلاد المسيح بنحو ألف عام هاجر إلى المحيط الهادى مجموعات بشرية متنوعة تحمل معها الصفات الجنسية المفقولة . وإختلط بعض هذه الجماعات بسكان جزر المحيط الهادى الأولين ، ونتج عن ذلك ظهور صفات جسمية جديدة نراها تشكل اليوم سكان شبه جزيرة الملايو وجزر أندونيسيا والفلبين وقد مارست هذه الجماعات النشاطين الزراعى والصناعى البدائيين ، إلا أنها كانت أكثر تقدماً من السكان الأوائل لجزر المحيط الهادى . وعلى ذلك إنزوى بعض السكان الأصليين فى مناطق العزلة (مناطق الغابات أو المناطق الجبلية الفقيرة من الجزر) . بينما هاجر بعضهم شرقاً نحو جزر جديدة متعزلة تقع فى قلب المحيط الكبير . وظهرت بذلك العائلات الجنسية الكبرى التى تشكل سكان هذا المحيط . وتشمل : —

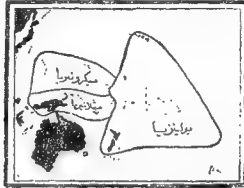
١ - الميلانيزيون Melanesians

أهم ما يمثل هذه الجماعات هو لون بشرتهم الأسود الداكن ، وشعرهم المموج ، ولكن لا تمثل بينهم الصفات الزنجية الحقيقية أو صفات الأستراليين الأصليين . وتنتشر جماعتهم فى جزر نيوجينيا ، وسولون ، وفيجى ، ونيوهيريز ، ونيو كالدونيا (شكل ٩٥) .

ب - البولينيزيون Polynesians

يرجع أنهم وصلوا إلى جزر المحيط الهادى بعد مجئ الميلانيزيين ، وإستقروا أولاً فى جزر الفلبين ، ومنها إنتشروا فوق الجزر الواقعة بقلب المحيط . وعرف البولينيزيون بممارستهم فنون الملاحة البحرية البدائية وبراعتهم فى عمليات الصيد البحرى . وقد إحتلت هذه الجماعات مجموعات من الجزر المتناثرة بالمحيط ، تزدو على شكل مثلث عظيم المساحة تقع رأسه فى الشمال

عند مجموعة جزر هاراي ، وقاعدته في الجنوب حيث تمثل جزر إيستر طرفها الشرقي ، وجزر تانيرزيلند طرفها الغربي . واحتلت مجموعات البولنيزيين جزر سماو ، وسوسيتي ، وتوماتو ، وماركوساس ، وتوباني ، وكرماوك



(شكل ٩٥) الحدود الفاصلة بين المجموعات الرئيسية لكان جزر المحيط الهادى .

ومن دراسة صفاتهم الجنسية تبين أنهم يحملون كثيراً من الصفات القوقازية وقليل من الصفات الزنجية أو الأسترالية الأصباية . بل أنهم يشبهون أول من وفد من المستعمرين الأوروبيين إلى جزر المحيط الهادى في القرن الخامس عشر . وقد كان البولنيزيون هم أصحاب النفوذ على معظم جزر هذا المحيط قبل مجيء الأوروبيين . ويضع الباحثون العائلات البولنيزية ضمن السلالة القوقازية ، بينما اعتبرهم البعض الآخر من الكتاب ، عناصر متطرفة من السلالة المغولية ، أو عائلات معقدة التركيب الجنسية من المجموعة البيضاء .

ج - الميكرونيزيون Micronesian

أطلق الكتاب عليهم هذه التسمية لأنهم يحتلون جزراً مرجانية صغيرة المساحة محدودة الموارد ، وتنتشر في مساحات ضيقة بغرب المحيط الهادى ، كما أنهم آخر مجموعة جنسية من المجموعات الثلاث الرئيسية التى وفدت إلى جزر المحيط.

في المحيط الهادى ، وقد إلى جزر هذا المحيط سلالات أوربية مختلفة .
وقد كان بعض هذه السلالات الأخيرة ، سلالات عابرة لهذه الجزر ،
بينما كان بعضها الآخر عبارة عن سكان مؤقتين ، وآخرون كانوا سكاناً
مستقرين دائمين بالجزر . وقد عملت هذه الجماعات البشرية الجديدة على تغيير
أوجه النشاط الإقتصادى بجزر المحيط الهادى وخاصة الجزر الكبيرة المساحة
والغنية بمواردها الطبيعية . ومن ثم إضمدحت حضارات السكان الأصليين
بالتدريج ، كما تناقص عددهم بشدة في أواخر القرن السادس عشر وبداية
القرن السابع عشر .

ومنذ القرن الثامن عشر الميلادى تشكل التركيب الجنى لسكان هذه الجزر
كذلك بمجى الصينيين ، واليابانيين ، والفلبينيين إلى جزر هاواى ، ومجى
الاندونيسييين إلى جزيرة نيوكاليدونيا ، واختلاط الصينيين بسكان الملايو
وجزر أندونيسيا^(١) . ويمكن أن نلخص مراحل مجى العناصر الأوربية
إلى جزر المحيط الهادى في النقاط التالية :-

١ - خلال القرن السادس عشر ، إزدادت أفواج المهاجرين من الإسبان
إلى المحيط الهادى ، وكثرت رحلاتهم الاستكشافية البحرية ، آملين
العثور على مناجم غنية للذهب . ويرجع الفضل إليهم في إكتشاف
مضيق ماجلان وجزر كارولين ، ومولوكا ، وبابوا ، وهوائى ،
وأليس ، وسولون ، ونجىوا في إنشاء أول مستعمرة أوربية بالمحيط
الهادى ، وكان مركزها جزر الفلبين .

٢ - تبع الإسبان الهولنديون وكانت أول رحلاتهم ، تلك التى قام بها

(١ • Freeman, W., (Geography of the Pacific) Wiley, N. Y., (1961)

الملاح نورث Noort عام ١٩٥٨ . ثم تباينت الرحلات الاستكشافية
البحرية الهولندية (مثل رحلات تسمان) ، وحملت معها أفواج
المهاجرين من أوروبا إلى جزر المحيط الهادى فى القرن السابع عشر .
وقد حملت هذه الأفواج الأوربية على فتح أسواق جديدة للمنتجات
الأوربية وإستغلال المواد الخام بجزر المحيط ، وبذا ساهمت فى إنشاء
شركة الهند الشرقية الهولندية التجارية .

٣ - بعد رحلات الملاح الهولندى تسمان توقفت حركة الاستكشافات البحرية
بالمحيط الهادى لمدى نحو ١٢٧ سنة ، عندما قام القبطان الانجليزى جيمس
كوك برحلاته البحرية المشهورة . وفى نهاية القرن السابع عشر
إهتمت الدول الاستعمارية الكبرى بمعرفة المزيد عن جغرافية جزر
المحيط الهادى والإمكانيات الطبيعية بها ، ومدى غناها بالمواد الأولية ،
وأرسلت الرحلات الاستكشافية الإنجليزىة ، والهولندية ، والفرنسية ،
والإلمانية ، والدانركية ، والروسية ، والأمريكىة لمعرفة المزيد عن
جيولوجية جزر هذا المحيط وجغرافيته العامة ،

٤ - تميز القرن السابع عشر والقرن الثامن عشر ، باتساع نفوذ الإستعمارين
الأوروبى والأمريكى فى جزر المحيط الهادى واستغلت الدول الاستعمارية
المواد الأولية فى هذه الجزر ، وأضطلع الإقتصاد والانتاج الأهلى
واعتمد سكان هذه الجزر على الواردات الأجنبية المصنوعة فى أوروبا
والولايات المتحدة الأمريكية .

٥ - فى منتصف القرن الثامن عشر قدمت البعثات التبشيرية الدينية ، وكانت هذه
بدورها عبارة عن إعلان صراع ونزاع من نوع جديد لتضارب تعاليم
الدين الجديد بالمعتقدات الدينية للسكان الأصليين ، والإضطهاد بطقوسهم
الدينية وظروفهم الاجتماعية .

اضمحلال مجموعات السكان الاصليين لجزر المحيط الهادى

قدر العلماء بأنه خلال فترة عبور ماجلان المحيط الهادى كان يقطن مناطق مالينزيا وميكرونيزيا وأستراليا نحو ٥ مليون نسمة . ومنذ بداية القرن الخامس عشر أخذ يضحل هذا العدد عندما بدأت الرحلات الاستكشافية الأوربية ووصول صيادى الحيتان ، وتجار أوروبا الأقوياء الذين قتلوا الكثير من الأهالى الضعفاء ، ويوضح الجدول الآتى العدد التقريبي لسكان جزر المحيط الهادى قبل القرن الثامن عشر وبعده .

| سكان جزر المحيط الهادى | العدد التقريبي قبل القرن ١٨ (نسمة) | العدد التقريبي بعد القرن ١٨ (نسمة) |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| البولينيزيون | ١٥٠٠٠٥٠٠٠ | ٢٠٠٥٠٠٠ |
| الميلانيزيون | ٢٥٠٠٠٥٠٠٠ | ١٥٠٠٠٥٠٠٠ |
| الميكرونيزيون | ٢٧٠٥٠٠ | ١٠٥٠٠٠ |
| الأستراليون الاصليون | ٣٠٠٥٠٠٠ | ٥٠٥٠٠٠ |
| سكان نيوزيلند الاصليين (موراى Maori) | ٤٠٠٥٠٠٠ | ٢٥٥٠٠٠ |
| المجموع | ٤٥٩٧٥٠٠٠ | ١٥٣٧٥٥٠٠٠ |

ويرجع السبب فى تناقص عدد سكان المحيط الهادى فيما بعد القرن الثامن

عشر إلى ما يلى :-

- ١ - الحروب التى شنها المستعمر الأوروبى الأبيض ضد السكان الاصليين .
- ٢ - طرد السكان الضعفاء إلى مناطق العزلة الفقيرة الجديدة .
- ٣ - قلة الغذاء ومحصول الصيد بعد أن إنشغل السكان فى عمليات الحروب والإستعداد الدائم لها .

٤ - إنتشار الأمراض المعدية الفجائية بين السكان الأصليين .

ولكن بعد الحرب العالمية الثانية بدأ يرتفع عدد السكان الأصليين لجزر المحيط الهادى (فيما عدا سكان أستراليا الأصليين) . إذ بلغ العدد الإجمالى لسكان جزر المحيط الهادى عام ١٩٥٦ نحو ٣ مليون نسمة . بينما بلغ عدد السكان الآسيويين والأوروبيين نحو ١٣ مليون نسمة ، ويعيش معظمهم فى أستراليا ونيوزيلند وهاواى وفيجي ونيوكاليدونيا أو بمعنى آخر تعيش الجماعات الأوربية أساساً فى القسم الجنوبي الغربى من هذا المحيط ، بالجزر الكبيرة المساحة ، الغنية بمواردها ، ولكنها تبدو فى شبه عزلة عن بقية أجزاء العالم (شكل ٩٧) . فتمتد جزيرتا نيوزيلند عن سنطياجو فى شيلي ، بنحو ٥٨٠٠ ميل :



(شكل ٩٧) العزلة النسبية لأستراليا وجزر نيوزيلند

وعن سان فرانسيسكو بالولايات المتحدة الأمريكية بنحو ٦٧٠٠ ميل ، وعن هاواي بنحو ١٧٠٠ ميل ، بينما تبعد نيوزيلند عن لندن بمسافة طولها ١١٩٦٠٠ ميل وعن سنغافورة بنحو ٥٣٠٠ ميل وعن كيب تاون بنحو ٧٠٠ ميل وأقصر طريق يصل نيوزيلند بالخارج هو طريق نيوزيلند - فيجي البحري ، الذى يبلغ طوله ١٦٠٠ ميل . ولكن مع ذلك ساهمت طرق النقل الجوية والبحرية الحديثة السريعة فى ربط هذا الجزء ببقية أجزاء العالم .

الاقیانوغرافية الطبيعية للمحيط الهادى

تسام نتائج الأبحاث الأقيانوغرافية الطبيعية للمحيط الهادى فى كيفية إستغلال مسطحاته المائية المختلفة ، والاستفادة من الرواسب المتجمعة فوق قاعه . ومن ثم أولى الباحثون عنايتهم لدراسة جيولوجية هذا المحيط ، وتميز الأشكال التضاريسية لقاعه ، وتحديد الخصائص الطبيعية لمياهه ، حتى يمكن إستغلال موارده المختلفة بصورة إقتصادية . وقد سبق أن أشرنا إلى الخصائص الطبيعية لمياه هذا المحيط والكتل المائية والتيارات البحرية التى تتمثل فيه ولذا سنشير فى الصفحات التالية إلى دراسة جيولوجية هذا المحيط والظروف المناخية التى تكتنفه ، والحياة النباتية والحيوانية التى تتمثل فوق جزره ، حتى ندرك النشاط البشرى فى هذا الحوض المائى العظيم ، والإمكانات الإقتصادية التى يشتمل عليها .

جيولوجية المحيط الهادى

قبل الإشارة إلى الخصائص الجيولوجية لهذا المحيط يحسن أن نذكر النقاط الأساسية التالية :-

١ - تتأثر معظم أجزاء المحيط الهادى بحدوث حركات تكوينية عظيمة ،

نجم عنها تكوين السلاسل المحيطية العظمى، والجبال المحيطية والجزر البركانية، بل وقد ينتمى إليها كذلك تكوين الخواثق المحيطية. وبلا حظ أن أحدث هذه الحركات التكتونية تلك التي شكلت الأطراف الهامشية للمحيط، تبعاً لتكوين سلاسل الجبال الألبية الميوسينية ممثلة في الروكي، والأنديز ومرتفعات شرق آسيا. وقد عمات هذه الحركات التكتونية الحديثة على تطور أشكال المحيط، وإستمرار تعديل مظهره العام.

٢ — على الرغم من عظم إنساع المحيط الهادى، فإنه يظهر على شكل جوض شبه مقفل، وتنفصل القارات التي تمتد حول أطرافه الهامشية بمحابر بحرية ضحلة، ففي الشمال تنفصل قارة أمريكا الشمالية عن قارة آسيا بواسطة مضيق بيرنج الضيق الضحل وفي الجنوب تنفصل قارة أمريكا الجنوبية وجزيرة تيرادلفويجو Tera-delFuego عن الجزء الشمالى الشرقى لقارة أنتاركتيكا بواسطة مياه الجوض الهادى الأنتاركتيكي الضحل

٣ — لما كان المحيط الهادى يتميز بعظم حدوث الحركات التكتونية والبراكين فإن حجم مياهه في زيادة تدريجية مستمرة تبعاً لانبثاق المياه الأولية مع اللافا والمصهورات البركانية وتجمعها في مياه المحيط. ولكن يلاحظ أنه ليس من الضروري أن يرتفع منسوب سطح مياهه ذلك لأن قاعه يتعرض في نفس الوقت للحركات التكتونية المختلفة والتي تؤثر في الأخرى في تشكيل منسوب سطح البحر.

٤ — إستدل من نتائج الأبحاث الجيولوجية المختلفة أن الشكل العام للمحيط الهادى تكون في نهاية الزمن الجيولوجى الثانى، ثم أخذ يتشكل المحيط سمات ثانوية ابتداء من هذا الزمن الجيولوجى الأخير.

وتجدر الإشارة إلى أن هناك عدداً من النظريات التي وضعت لتفسير
النشأة الأولى التي تكون عليها المحيط الهادى خلال مرحلة طفولته . ومن هذه
النظريات التي رجحت بأن المحيط الهادى إنسلخ منه القمر ولكن كل هذه
التفسيرات التي رجحت حتى الآن قابلة للجدل والنقاش وما زال ينقصها الأدلة
العلمية والبراهين القينية .

ويوضح الحديث التالى بعض الخصائص الجيولوجية والجيومورفولوجية
التي تميز هذا المحيط ، وجعلت منه وحدة جغرافية فريدة من حيث نشأتها
وتطورها ومظهرها العام .

١ - حد الأنديسيت The Andesite Line

ويعتبر حد الأنديسيت أهم الحدود الجيولوجية الفاصلة بين الصخور المختلفة
لغشرة الأرض ، ويعرف أحياناً باسم حد السيلال Sial line . ويفصل هذا
الحد بين صخور السيلال القارية وصخور قاع المحيط البازلتية . وعلى طول
هذا الفاصل ترتفع نسبة صخور الأنديسيت البركانية بالنسبة إلى بقية التكوينات
الصخرية الأخرى ومن ثم يستمد هذا الحد أو الفاصل اسمه .

ويمثل هذا الحد على طول الأطراف الهامشية للقارات ، ويمكن تتبعه
على طول السواحل الغربية للمحيط الهادى حول قوس جزر ألوشيان Aleutian
ثم يظهر إلى الشرق من مجموعة جزر كامتشكا Kamchatka ، و كوريل Kurile ،
والجزر اليابانية . أما البحار الحدية الضحلة التي تنحصر فيما بين حد الأنديسيت
وخط الساحل (وتشمل في هذا الموقع بحار بهرنج وأوختسك واليابان)
فتتنمى إلى النطاق القارى من ناحية البيئة والتركيب الصخرى . (١)

[١ - King, L, C , (Morphology of the Earth), Edinburgh, (1962):

ويظهر حد الأنديست إلى الجنوب من الجزر اليابانية بأقواس جزر بونين Bonin ، ومريانا Marianas ، وبالوا Palau . ويمكن القول كذلك أن بحر هذه المنطقة والتي تتمثل في (البحر الأصفر) The Yellow Sea ، وبحر الصين الجنوبي ، مناطق قارية النشأة ثم تعرضت لعمليات الهبوط التدريجي Subsidence ، إلى أن صارت اليوم جزءاً من المحيط . ثم يظهر حشد الأنديست إلى الشرق من القارة الأسترالية ، ويمكن تتبعه جنوباً كذلك إلى الشرق من جزر نيوزيلند . أما على طول الساحل الشرقي للمحيط الهادى فيظهر حد الأنديست في نطاق المنحدر القارى المجاور للساحل الغربى لأمريكا الجنوبية . ويجاور هذا الحد هنا ، خانق بيرو - شيلي المحيطى ، بل كثيراً ما تقسح بعض أجزاء منه في أرضية الخانق نفسه . وإلى الشمال من الأطراف الشمالية لهذا الخانق الأخير ، يظهر حد الأنديست مجاوراً لخط الساحل وموازيًا لامتداده كذلك ، وخاصة على طول سواحل بنما والسواحل الغربية لأمريكا الشمالية . ثم يتحرف هذا الحد غرباً في اتجاه خليج ألسكا ويظهر مع إمتداد خانق ألوشيان .

٢ - جزر المحيط الهادى

يمكن تقسيم مجموعات جزر المحيط الهادى تبعاً لتركيب صخورها واختلاف أصلها ونشأتها ، إلى ثلاث مجموعات كبرى تتمثل فيما يلى :-

١ - الجزر البركانية .

ب - الجزر المرجانية

ج - الجزر القارية .

(١) الجزر البركانية

يرتفع فوق قاع المحيط الهادئ نحو ٧٠٠٠ جزيرة بركانية ، ويبلغ مجموع مساحتها نحو ٧٠٩٠٠٠ ميل^٢ . ومن ثم يعتبر المحيط الهادئ فريداً في نوعه حيث لا تضم أى أرضية محيط آخر هذا العدد الهائل من الجزر البركانية .
ويطلق على الجزر البركانية في المحيط الهادئ اسم الجزر المرتفعة High Islands بينما تعرف الجزر المرجانية النشأة باسم الجزر المنخفضة Low Islands .

وتعزى نشأة الجزر البركانية فوق أرضية المحيط الهادئ إلى أثر حدوث الثورات البركانية التي ألتأت قاع المحيط خلال أزمنة جيولوجية مختلفة ، وتجميع المصهورات والالافاعلى شكل أكوام وغروروات أو جزر بركانية .
أى لا تتكون هذه الجزر من صخور يرجع أصلها أو مصدرها إلى الصخور القارية أو أنها انفصلت من اليابس المجاور لها ، بل تتألف من صخور نارية باطنية إندفعت من باطن قاع المحيط نفسه . وتتكون الجزر البركانية من أحجام هائلة من المصهورات اللافية ، إذ يبلغ متوسط إرتفاعها نحو ١٥٩٠٠٠ قدم فوق أرضية قاع المحيط المجاور لها . ومع ذلك قد لا تظهر القمم العليا لبعض منها فوق سطح الماء ، ويبلغ متوسط إمتداد هذه المخروطات البركانية نحو ١٠٠ ميل . ولا تظهر بعض هذه المخروطات والجبال البركانية على سطح الماء على شكل جزر محيطية ، بل تبعاً للأعماق البعيدة للمحيطات ، فقد تبقى فوق قاع المحيط على شكل جبال محيطية ؛

وقد تبين أن معظم مجموعات الجزر البركانية للنشأة بالمحيط الهادئ ، حديثة التكوين تبعاً لمخشونة سطحها وشدة تضرره . وما زال الكثير منها يتعرض لحداث الثورات البركانية الحديثة . ولهذا أوضح وينتوارث Wentworth

بأن مجموعة جزر هاواي لم تبلغ بعد مرحلة الشباب من سلسلة التطور الجيولوجي .

وأوضح الباحث ستيرن Stearns عام ١٩٤٥ ، بأن الجزر البركانية تمر بدورة نمو على فترات متعاقبة تلتخص فيما يلي :-

١ - مرحلة الطفولة : ويبدأ تكوين قاعدة الجزر البركانية خلال هذه الفترة وذلك تبعاً لتجمع صخور الأولفين البازلتية . وخلال هذه المرحلة ، يعظم إندفاع المصهورات البركانية من باطن الأرض .

ب - مرحلة الشباب : تتعرض جوانب فوهة البركان المحيطي خلال هذه المرحلة إلى السقوط والإنهيار ومن ثم تتكون حوايط شديدة الإنحدار حول أعلى البركان ، وتنتعش في نفس الوقت أعلى المخروط البركاني .

ج - مرحلة الكهولة : وخلال هذه المرحلة الأخيرة يتعرض المخروط البركاني المحيطي ، للامتلاء التدريجي ، ويتميز سطحه بالإستواء العام تبعاً لزيادة حجم الرواسب .

وقد تبين من نتائج الدراسات الجيولوجية المختلفة أن معظم المصخور البركانية لهذه الجزر بالمحيط الهادى تعزى إلى الإنشاقات البركانية العظمى التى تعرض لها قاع هذا المحيط خلال الزمن الجيولوجى الثالث .

(ب) الجزر المرجانية

تألف هذه الجزر فى المحيط الهادى من كتل صخرية جيرية كانت أصلاً (١)

(١) سبق الحديث عن نشأة الجزر المحيطية وظروف تكوينها ومراحل نموها فى محيطات العالم ص ٣٢٠ - ٣٤٣ .

أجزاء من هياكل عظمية صلبة لحيوان المرجان . فعند إندثار الهياكل الجيرية للكائنات البحرية المختلفة ، وتجمع الهياكل المرجانية وإختلاطها ، هادن مختلفة، تتكون صخور متنوعة من الصخور المرجانية .

ومن بين مجموعات الجزر المرجانية في المحيط الهادى ، مجموعة جزر ياب Yap (تقع فيما بين $9^{\circ}25' - 9^{\circ}46'$ شمالاً ، $138^{\circ}03' - 138^{\circ}14'$ شرقاً) . وتتألف هذه المجموعة من أربع جزر كبرى تشمل ياب Yap ، وجاجيل Gagal ، وماب Map ، ورومونغ Rumung . وتمتد هذه الجزر فوق رصيف بحرى ، تحيطه الحواجز والمستعمرات المرجانية . (شكل ٥٩) . ويلاحظ أن مساحة الجزر المرجانية الحلقية صغيرة جداً ، إذا ما قورنت بمساحة البحيرة الضحلة التى تنحصر بينها . وعلى سبيل المثال تبلغ مساحة الأشرطة الحلقية لجزيرة موجارو المرجانية (إحدى جزر مارشال ، $17^{\circ}25' - 17^{\circ}25'$ شرقاً ، 172° شمالاً) ، نحو ٣٥٠ ميل^٢ ، بينما تبلغ مساحة البحيرة الداخلية نحو ١١٣ ميل^٢ ، ولا يزيد عدد سكان الجزيرة عن ١٤٧٠ نسمة . (شكل ٥٨) .

(٣) الجزر القارية

اختلفت آراء الكتاب حول تحديد معنى « الجزر القارية » . وقد ميز الكتاب نوعين من الجزر القارية هما :-

١ - جزر قارية النشأة :- ويقصد بها تلك الجزر التى انفصلت عن القارات المجاورة لها بفعل الحركات التكتونية خلال العصور الجيولوجية المختلفة ومن ثم تتركب هذه الجزر من صخور متنوعة إلا أنها كثيراً ما يشبه تركيبها التركيب الجيولوجى للعالم ليا بس القارات المجاور لها والى انفصلت عنه . ومن أمثلة هذه المجموعة ، جزر اليابان ، والفلبين ، وأندونيسيا .

ب جزر قارية محيطية المنشأة :- ويقصد بها تلك الجزر التي تتركب صخورها من المصهورات الالافية ، الا أنها تقع خارج حد الأندسيت ، أى لا تقع فى قلب المحيط الحقيقي بل تدخل ضمن نطاق المناطق الهامشية لأطراف القارات على الرغم من أن تكويناتها البيولوجية محيطية المنشأة .

ويقسم البيولوجيون الجزر كذلك الى نوعين رئيسيين هما :-

١ - جزر قارية : ويقصد بها تلك الجزر التى تتكون فوقها مجموعات من العائلات النباتية والحيوانية تشبه تلك التى تتمثل على شواطئ القارات المجاورة .

ب - جزر محيطية : ويقصد بها تلك الجزر التى تشتمل على أحياء نباتية وحيوانية تختلف تماماً عن تلك التى تتمثل على اليابس المجاور . ومن ثم تتكون فوق هذه الجزر المحيطية كائنات نباتية وحيوانية محلية خاصة Endemic Species^(١) .

ونقصد فى هذه الدراسة بالجزر القارية ، هى تلك التى تتألف من الصخور القارية ، ثم انفصلت عن اليابس المجاور بفعل عوامل ما ، ومن ثم ظهرت على شكل جزر قارية المنشأة ، متناثرة فوق قاع المحيط المجاور ولم تستطع مياه المحيط إنفجارها كلية بالمياه . وقد يرجع سبب انفصال هذه الجزر القارية المنشأة عن اليابس الى الحركات التكتونية والتى قد تتمثل فى حركات الهبوط الأرضى أو حركات التصدع . وأهم أمثلة هذه المجموعة من الجزر بالمحيط الهادى تشمل :-

1 - Freeman, W, "Geography of the Pacific", Wiley, N. Y., (1961).

أ - جزر ألوشيان ، وجزر كوريل .

ب - جزر اليابان .

ج - جزر الفلبين .

د - جزر جنوب شرق آسيا .

هـ - جزر نيوزيلند .

وأهم الأدلة التي تشير على أن نشأة هذه الجزر قارية الأصل ، أنها تتكون جيولوجياً من صخور السيل القارية ، وبشبه نظام بنية صخورها ذلك الذي يتمثل على القارات المجاورة لها . وقد تقسم مجموعات الجزر القارية المختلفة بالمحيط الهادئ ، من حيث امتدادها واتجاهها العام الى المجموعات الآتية :-

أ - مجموعة من الجزر تمتد من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي ، ويعتبر هذا الاتجاه الأخير ، الاتجاه العام لعظم المجموعات الجزرية بالمحيط الهادئ . ومن أمثلة هذه الجزر مجموعات جزر هاواي ، وساندويش ، ومارشال ، وجيلبرت ، وتوवाल .

ب - مجموعة من الجزر تمتد على شكل أقواس منحنية ، ومنها جزر مرقص - نيكور وماجلان .

ج - مجموعة من جزر تمتد على شكل طولى من الشمال الى الجنوب مثل مجموعة جزر تونجا ، وجزر كرمادوك .

د - مجموعة من الجزر الانفرادية مثل جزر نوارو Nauru (١٧٠° غرباً وخط الاستواء) ، وجزيرة كروز Gruz (١٠° جنوباً ، ١٦٠° غرباً) ، وجزيرة إيستر Easter (٢٨° جنوباً - ١١٠° غرباً) .

٣ - قاع المحيط الهادى

لاحظ أنجينهشتر Angenheister تبعاً للدراسات السيسمولوجية التى قام بها لبعض أجزاء من المحيط الهادى عام ١٩٢١ ، بأن موجات الزلازل تخترق صخور أرضية المحيط الهادى بسرعة شديدة جداً . واستنتج تبعاً لذلك أن هذا القاع يتألف من مواد بازلتية ومعادن ثقيلة . وقد أكدت الأبحاث التى قام بها هيس ، وفيلينج منيس ، وكين هذه النتيجة الهامة ، حيث تبين أن الموجات الزلزالية والسيسمولوجية تعظم سرعتها فى صخور قاع المحيط الهادى . وقد دلت الدراسات الحديثة كذلك بأن أواسط المحيط الهادى يخلو تماماً من صخور السيل القارية ، وأن هذا الجزء من أرضية المحيط الهادى لم يتعرض لحركات رفع تكتونية خلال أى من العصور الجيولوجية نجم عنها تكوين أرض قارية . وتدل نتائج هذه الدراسات الحديثة على أن التركيب الصخرى لقاع المحيط الهادى يختلف تماماً عن التركيب الصخرى لقشرة اليابس السيلانية ، كما وأنه كان فى أول نشأته وما زال حتى الآن قاعاً لمحيط هائل الحجم ، عظيم الإتساع ولم يظهر قاعه فوقى سطح البحر خلال أى زمن جيولوجى سابق .

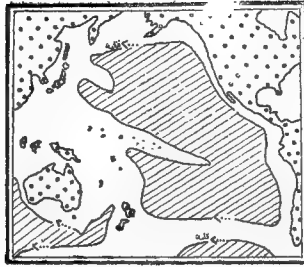
وتتميز أرضية المحيط الهادى كذلك بتنوع الرواسب فوقها . وقد استنتج الباحث ريات Riatt أن متوسط سمك الرواسب المختلفة فوق أرضية المحيط إلى الشمال من جزر هونولولو Honolulu يبلغ نحو ٥٠٤ كم ، ويزداد هذا السمك إلى نحو ١٥٢ كم فى الجزء الجنوبى الغربى من أرضية المحيط الهادى حيث يكثر انتشار الجزر المحيطية ، وقد دلت نتائج الأبحاث السيسمولوجية بأنه يقبع أسفل هذه الرواسب السابقة طبقات صخرية يتراوح سمكها بين

• - ٦ كم ، وتبلغ سرعة الموجات السيسمولوجية فيها نحو ٥.٦ كم في الثانية ، ثم يلي هذه الصخور مباشرة طبقات أخرى تتألف من مواد ثقيلة ، عظيمة السمك ، وتبلغ سرعة الموجات السيسمولوجية بها نحو ٨.١ كم في الثانية . ويمثل الحد الموهوروفيشي الحد الأدنى لهذه الطبقات الأخيرة والذي يفصل بين صخور قشرة الأرض وباطن الأرض .

٤ - أعماق المحيط الهادى

تختلف أعماق المحيط الهادى من جزء الى آخر ، تبعاً لتنوع الظواهر التضاريسية التى تشكل أجزاء قاع المحيط . ففى مناطق الخنادق المحيطية ، يتميز القاع بالعمق الهائل (٣.٥.٠٠٠ قدم) على الرغم من وقوع الخنادق مجاورة لخط الساحل فى معظم الأحيان . أما فى أواسط أرضية المحيط حيث تمتد السلاسل والهوامج المحيطية العظيمة الامتداد ، فيتميز قاع المحيط بضحولته النسبية تبعاً لعظم ارتفاع الهوامج المحيطية فوق أرضية المحيط .

ويسير خط عمق ٢.٠٠٠ قامة المتساوى بالمحيط الهادى موازياً للحواف الغربية للخنادق المحيطية على طول الساحل الغربى للامريكيتين ، ثم يظهر شمالاً الى الجنوب من قوس جزر ألوشيان . وعلى طول الجانب الغربى من المحيط الهادى يظهر خط عمق ٢.٠٠٠ قامة المتساوى الى الشرق من خنادق كوريل واليابان وماريانا ويتم الخط . حلقلته شبه الدائرية الى الشرق من مجموعة جزر نيوزيلاند وشمال أستراليا . أما أعماق أواسط قاع المحيط الهادى الذى تظهر فيه مجموعات الجزر المختلفة فهى عادة أقل من ٢.٠٠٠ قامة (شكل ٩٨) :



(شكل ٩٨) السطحات المائية التي يزيد عمقها عن ٢٠٠٠ قامة بالمحيط الهادى .

وقد أوضح الباحث كوسينا Kossinna عام ١٩٢١ (١) بأن نسبة مساحة

| الأعماق بالمتر | المحيط الأطلسى | المحيط الهادى | المحيط الهندى | متوسط عمق أرضية المحيطان مجتمعا |
|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------------------------|
| صفر ٢٠٠ | ٥٦٦ ٪ | ١٧٧ ٪ | ٣٢٢ ٪ | ٣٨٦ ٪ |
| ٢٠٠ — ١٠٠٠ | ٤٢٠ | ٢٢٢ | ٢٢٧ | ٢٢٨ |
| ١٠٠٠ — ٢٠٠٠ | ٣٢٦ | ٢٢٤ | ٣٢١ | ٢٢٤ |
| ٢٠٠٠ — ٣٠٠٠ | ٦٢٧ | ٥٠ | ٧٢٤ | ٦٢٢ |
| ٣٠٠٠ — ٤٠٠٠ | ١٩٤ | ١٩١ | ٢٤٤ | ٢٠٤ |
| ٤٠٠٠ — ٥٠٠٠ | ٣٢٤ | ٣٧٧ | ٢٨٩ | ٢٦٦ |
| ٥٠٠٠ — ٦٠٠٠ | ٢٦٦ | ٢٨٨ | ١٩٩ | ٢٦٢ |
| ٦٠٠٠ — ٧٠٠٠ | ٠٨ | ١٨ | ٠٤ | ١٢ |
| أكثر من ٧٠٠٠ | — | ٠٣ | — | ٠١ |

- 1- Kossinna, Erwin. (Die Tiefen des Weltmeeres) Berlin.Univ.,
Institut F, Meeres Kunde, Veroff. N. F. A , Geogr. — natur
Reihe, Heft 9, (1921), pp. 70.

أرضية المحيط الهادى التى تقع أبعد من عمق ٣٠٠٠ متر تبلغ نحو ٨٧ ٪ من جملة مساحة أرضية المحيط . ومن ثم يتضح أن المحيط الهادى يتميز بعظم أعماقه كذلك إلى جانب عظم إنساعه . ويوضح الجدول السابق نسبة مساحة أرضية المحيطات عند أعماق مختلفة إلى المساحة الإجمالية لأرضية كل محيط .

٥ - الرواسب فوق قاع المحيط الهادى

تبعاً لعظم إنساع أرضية المحيط الهادى ، بالإضافة إلى أن الأنهار العظمى التى تعصب فيه محدودة العدد ، فإن الرواسب القارية أو الأرضية التى تشكل معظم أرضية المحيط الأطلسى ، ليس لها تأثيراً كبيراً فى تشكيل أرضية المحيط الهادى . فقد دلت نتائج دراسة العينات الصخرية التى جمعت من فوق قاع المحيط الأطلسى على أن الإرسابات القارية تشمل جزءاً كبيراً من مجموعة الرواسب المختلفة وساعدت التيارات البحرية السفلية على توزيع هذه الرواسب وانتشارها فوق قاع المحيط . أما معظم الرواسب القارية فوق قاع المحيط الهادى فهذه تنحصر غالباً فى نطاق المنحدر القارى وفيما وراء حد الأنديسيت ولكن هذا لم يمنع من إنتشار بعض الرواسب القارية فى مناطق متناثرة محلية بالأعماق البعيدة بمساعدة فعل التيارات البحرية ، كما هو ممثل فوق أرضية الجزم الشالى الشرقى من المحيط الهادى .

وقد دلت الدراسات على أن بعض الرواسب التى تجاور السواحل الجبلية المرتفعة على طول الساحل الشالى الغربى لأمريكا الشمالية ترجع عمرها إلى الزمئين الثالث والرابع الجيولوجيين ، وأنما تحتوى كذلك على بعض الكائنات الحفرية لزمئين الزمئين ، وتكثر برؤاسب المحيط الهادى ندية البيروكلاز ، بينما

تنتشر رواسب الصلصال الأحمر بالأعماق البعيدة فوق قاع المحيط . وترتفع نسبة المنجنيز والحديد والفوسفور بالصلصال الأحمر عن نسبة وجود النيكل والتيتانيوم والألومنيوم به .

وتبعاً لعظم حجم طبقة المياه المدارية العميقة القلوية والتي تشتمل على نسبة كبيرة من السيليكات والفوسفات ، بالإضافة الى تأثيرها بالتيارات البحرية الإستوائية تنتشر كائنات البلانكتون بالمياه ، ويعظم تكثرها خاصة بالقرب من الدائرة الإستوائية ، وفي الجزء الشرق من المحيط الهادى بالمسطحات المائية الذفية . بينما تنتشر فوق قاع المسطحات المائية الباردة بالمحيط الهادى رواسب الآوز السليكي ، والآوز الرادوليري ، والآوز الدياتومي .

وقبل دراسة النطاقات المورفولوجية الكبرى لأرضية المحيط الهادى ينبغي



- ١ المنطقة الشرق للمحيط الهادى
- ٢ نطاق المحيط الهادى الخفي
- ٣ المنطقة الغرب للمحيط الهادى
- * مناطق الضف الجيولوجية

(شكل ٩٩) النطاقات الجيولوجية الكبرى في المحيط الهادى .

أن نشير كذلك إلى النطاقات الجيولوجية الكبرى التي كان لها أكبر الأثر في تشكيل الظواهر التضاريسية المختلفة فوق قاع هذا المحيط . وقد ميز الباحثون ثلاثة نطاقات جيولوجية رئيسية تتمثل فيما يلي : -

١ - النطاق الشرقى الضيق The Narrow Eastern Rim

يتمثل في هذا النطاق السلاسل الجبلية الإلتوائية الميوسينية العظمى ، والتي يوازي إتجاهها خط الساحل نفسه (الروكي - الأنديز) . وترتفع قمم الجبال هنا لمنسوب ٢٠٠٠٠ قدم فوق سطح البحر خاصة في ألسكا وبيرو وشيلي . ولا تبعد هذه القمم الجبلية العالية عن خط الساحل المجاور سوى ببضعة أميال . وتمتد الخنادق الطولية المحيطية العظمى (متوسط أعماقها ٣٠٠٠٠ قدم) بحوار هذه القمم الجبلية العالية ، ومن ثم تميز هذا الجانب من المحيط

- ١ - خائق ألوشيان
- ٢ - خائق كوريل
- ٣ - خائق اليابان
- ٤ - خائق يوينين
- ٥ - خائق ماريانا
- ٦ - خائق ريوكيو
- ٧ - خائق مينداناو
- ٨ - خائق تونجا - كرمادوك
- ٩ - خائق بونجييل
- ١٠ - خائق أوكيناوا



(شكل ١٠٠) الخنادق المحيطية العظمى في المحيط الهادئ .

الهادى بمنحنى هيسوغرافى خاص يميزه عن أى محيط آخر على سطح الكرة الأرضية . (شكل ٩٩) .

٢ - نطاق المحيط الهادى الحقيقى The Central Pacific Proper

وهو أعظم هذه النطاقات مساحة ولا يدخل فيه مناطق الرفارف أو المنحدرات القارية ، بل يشتمل على أرضية الأعماق البعيدة جداً من المحيط . وبعد هذا النطاق أعظم مناطق سطح الأرض إستقراراً من الناحية الجيولوجية كما أنه أعظمها مساحة وتجانساً كذلك . ويبلغ متوسط عمق هذا النطاق نحو ١٥ ألف قدم .

٣ - النطاق الغربى الغربى The Broad Western margin

وبعد هذا النطاق أعظم إتساعاً من النطاق الشرق الضيق ، وتنتشر فيه مجموعات مختلفة من الأقواس الجزرية مثل أقواس جزر كوريل واليابان ، وبونين ، وماريانا ، وريوكيو ، ومينداناو ، وتونجا ، وبونجييل . وقد تبين أن هذه الأقواس الجزرية قارية النشأة ، وتقع فيما وراء حد الأندسيت ، وتمتد سلسلة من الخنادق الطولية العظمى (وكثيراً ما تكون موازية تماماً لأقواس الجزر المجاورة لها) ، على طول هذا الحد الأخير وفي مناطق الضعف الجيولوجى (شكل ١٠٠) .

الوحدات الجيومورفولوجية الكبرى لقاع المحيط الهادى

على الرغم من أن المحيط الهادى يمثل وحدة متكاملة من الناحيتين الجغرافية والجيولوجية بالنسبة لبقية أجزاء القشرة الأرضية ، إلا أنه كان نتيجة للعوامل الداخلية والخارجية التى أثرت وما زالت تؤثر فى تشكيل قاع هذا المحيط

وأطرافه ، أن تميزت الأجزاء المختلفة من قاعه بخصائص جيومورفولوجية متنوعة . ومن ثم أمكن تقسيم أرضية المحيط الى وحدات جيومورفولوجية كبرى لكل منها مظهرها المورفولوجي الخاص بها وتتلخص هذه الوحدات فيما يلي : — (١)

أولا — الجزء الشمالي الشرقي من قاع المحيط الهادى

يتميز هذا الجزء من قاع المحيط بأنه عظيم العمق نسبياً ، ويقل فيه انتشار الجزر المحيطية بشكل واضح . وأهم ما يميز هذا النطاق ، تشابه امتداد ظواهره التضاريسية المختلفة . فمن دراسة الخريطة الجيولوجية العامة لقاع المحيط الهادى



(شكل ١٠١) جيولوجية الجزء الشمالي الشرق من المحيط الهادى

1 - King, L. C., (Morphology of the Earth) Edinburgh. (1962).

يتضح أن كلا من الحواجز المحيطية وبعض الأخاديد المحيطية يقعان على امتداد واحد من الشرق إلى الغرب . ومن ثم تمتد الحواجز المحيطية هنا على شكل سلاسل عرضية متوازية تمتد من الشرق إلى الغرب (شكل ١٠١) .

وقد درس منارد Menard عام ١٩٥٣^(١) جيولوجية هذا الجزء من أرضية المحيط ، وأوضح أن مظهره المورفولوجي العام يتركب من :—

١ — حافة مانديينو Mendocino ، وبلغ إرتفاعها نحو ٥٠٠ قدم فوق قاع المحيط وطولها نحو ١٤٠٠ ميل .

ب — حافة ماري Murray ، وتمتد فيما بين الساحل الجنوبي لكاليفورنيا شرقاً حتى آواسط جزر هاواي غرباً ، وبلغ طولها نحو ١٦٠٠ ميل ، ومتوسط إرتفاعها نحو ٤٠٠ قدم فوق قاع المحيط .

ج — أخدود كلاريون Clarion ، ويمتد إلى الغرب من جزر فيلا جيبدو Revilla Gigedo ، لمسافة تبلغ طولها نحو ١٨٠٠ ميل ، وتراوح عمقه من ٢٠٠٠ — ٥٠٠٠ قدم .

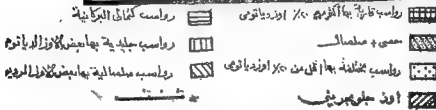
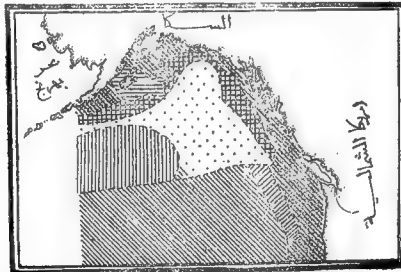
د — حافة كليبرتون Clipperton ، وتمتد فيما بين جزر كليبرتون شرقاً ، وجزر كريسباس غرباً لمسافة تبلغ ٢٣٠ ميل ، ومتوسط إرتفاع هذه الحافة نحو ١٠٠٠ قدم فوق قاع المحيط . (شكل ١٠١)

وقد تبين أن هذا الإمتداد الشرقي الغربي العام لكل الظواهر الجيومورفولوجية التي تتمثل فوق قاع هذا الجزء من المحيط الهادئ لها إرتباط واضح بطبيعة

1 — Menard, H. W., (Pleistocene and Recent sediment from the floor the northwest Pacific,) Bull, Geol, Soc, Amer. vol. 64, (1953), 1279—1294.

التركيب الصخري والحركات التكتونية الى عملت على تشكيل صخور القاع. فقد دلت الدراسات الجيولوجية على أن الصخور العليا لقاع المحيط في هذا الجزء رقيقة السمك نسبياً ، وتأثرت بحركات تصدع عظمى ذات إمداد شرقي غربي ، وظهرت المناطق الصخرية فيما بين هذه الصدوع على شكل حافات صيدية بحرية عظمى .

ويظهر إلى الغرب من هذه الحافات الجبلية العرضية فوق قاع المحيط مجموعات من الجزر المحيطية الواقعة على الحواجز المحيطية العظمى . ومن هذه الجزر مجموعة جزر هاواي Hawaiian ونيكر Necker و لين Line . أما إلى الشرق من هذه الجزر ، أى فيما بين الساحل الغربى لأسريكا الشمالية والجزء الشمالى الشرقى من المحيط الهادى ، فلا يتشكل المحيط بظهور الجزر



(شكل ١٠٢) التوزيع الجغرافى للرواسب فوق قاع الجزء الشمالى الشرقى للمحيط الهادى .

الكبيرة المتعددة ، بل قد تظهر فقط بعض الجزر الأثرية الصغيرة المتناثرة ، مثل جزر جوادلوب Guadeloupe ، وريفيلا جيجدو ، وكايبر تون . وتظهر هذه الجزر فوق سطح مياه البحر على شكل تلال وجبال بحرية ، تتركز جندورها فوق الحواف الشمالية لهضبة البترس Albatross المحيطية . وتنتشر التلال المحيطية كذلك فوق أرضية خليج ألسكا ، ورجح « منارد » بأن نشأة معظم هذه التلال ترجع إلى الحركات التكتونية والرواسب البلايوسينية الحديثة .

ويتميز قاع المحيط في خليج ألسكا بكونه قاعاً مسطحاً ، مغطى بالرواسب التي ساعدت على تشكيل القاع وظهوره بشكله المستوي العام الذي يبدو به في الوقت الحاضر . ويتحدر القاع تدريجياً نحو الجنوب والجنوب الغربي أي من المناطق الحدية للررف القاري إلى أعماق المحيط البعيدة ، وتراوح نسبة الانحدار فيها بين ٨ - ١٢ قدم لكل ميل . وتشكل الرواسب الجليدية العظيمة السمك والتي أرسبتها الكتلة الجليدية البلايوسينية في الجزء الشرقي من أرضية خليج ألسكا . وتنتشر بمحاور خط الساحل هنا ، رواسب ترتفع بها نسبة الحصى والمصلصال ، أما في أواسط أرضية خليج ألسكا ، فتنشر رواسب قارية جليدية ، ويقل فيها نسبة الأوز الدياتومي عن ٢٠٪ ، وتتميز أرضية الجزء الجنوبي من هذا الخليج بفرشات من الرواسب المصلصالية والتي ترتفع فيها نسبة الأوز الدياتومي . (شكل ١٠٢) .

بانيا - قوس جزر ألوشيان

يمتد من الطرف الجنوبي الغربي لشبه جزيرة ألسكا عند رأس سبير Mt. Spurr شرقاً إلى جزيرة آتو Attu غرباً ، قوس جزري عظيم الإمتداد ويطلق عليه

اسم فرس جزر ألوشيان ويبلغ متوسط إرتفاع جزر هذا القوس نحو ١٠٠٠ قدم فوق سطح البحر ، ومن ثم يبلغ طول المسافة الرأسية بين أعظم إرتفاع لقمم جزر ألوشيان وأعظم عمق للماتوز ألوشيان المجاور له ، نحو ٣٠٩٠٠٠ قدم . وتقع هذه المجموعة الجزرية على إمتداد بوازي قوس خائق ألوشيان المحيطي الواقع إلى الجنوب منها . أما إلى الشمال من هذه المجموعة الجزرية ، فينحصر سطح مائي عظيم الإمتداد ، فيما بين الساحل الغربي لألسكا شرقاً والإتحاد السوفيتي غرباً ، ويعرف باسم بحر بهرنج Bering Sea . وينقسم هذا البحر الأخير تبعاً لاختلاف أعماقه إلى قسمين هما :-

١ - القسم الشرقى ، ويجاور شبه جزيرة ألسكا ، ويتميز بضحولته ، ويمكن أن يعتبر جزءاً من الرفرف القارى .

ب - القسم الغربى ، وهو أعظم عمقاً ، ويعد حوضاً بحرياً ، يبلغ أقصى عمق فيه نحو ١٤٠٠٠ قدم .

وقد تبين من دراسة التركيب الصخري لمجموعة جزر ألوشيان أنها تتألف من صخور بركانية وصخور الجرانيت والرايوليت ، وتشابه تلك في شبه جزيرة ألسكا نفسها ، مما يدل على أن قوس جزر ألوشيان يعد قوساً قارباً ولا يتجزأ من شبه جزيرة ألسكا . أما بحر بهرنج فهو بدوره بحراً إنخفاضياً ، أو كان جزءاً قارباً ثم تعرض لحركات الهبوط ، وأصبح على شكل بحر حوضى قليل العمق .

ويظهر إمتداد خائق ألوشيان في جزيرة كودياك ، وشبه جزيرة كسناي Kenai Peninsula فقد دلت الأبحاث الجيولوجية على أنهما يتكونان من رواسب تجمعت في أطراف هذا الخائق خلال الزمن الجيولوجى الثانى ، مما

أدى إلى إمتلاء بعض أجزاء من الخنادق بظهورها في الوقت الحاضر على شكل جزر وأشباه جزر . وقد اضحى كذلك أن معظم عملية الإرساب قد تمت خلال عصر الميوسين بواسطة فعل الرواب البحرية التي يبلغ سمكها في هذه المنطقة نحو ٢٠٠.٠٠ قدم . (شكل ١٠) . وقد دلت الدراسات الجيولوجية التي



(شكل ١٠٣) قوس جزر ألوشيان .

أجريت في الجزء الجنوبي من شبه جزيرة ألسكا بأن الجزء الشرقي من حاجز جزر ألوشيان بدأ تكوينه خلال أوائل الزمن الجيولوجي الثالث أما الرواسب البلايستوسينية التي تجمعت فيه ، فقد تعرضت لحركات الرفع عند نهاية هذا العصر الأخير وارتفعت بنحو ٥٠٠ قدم خاصة في منطقة مرتفعات سانت إلياس St. Elias . ونجم عن حدوث زلزال عام ١٨٩٩ كذلك أن إرتفعت بعض أجزاء من خليج ياكوتات Yakutat Bay بنحو ٢٠ - ٥٠ قدم . وإن دل هذا على شيء فإنما يدل على أن قوس جزر ألوشيان ما زال معرضاً للتشكيل والتغيير بفعل الحركات التكتونية في العصر الحديث .

ثالثاً - الجزر الجنوبي الشرقي من أرضية المحيط الهادى

يتميز هذا الجزء من أرضية المحيط الهادى الذى يحده خط الإستواء شمالاً وقارة أنتارتيكا جنوباً ، والساحل الغربى لأمريكا الجنوبية شرقاً ، ومن الغرب خط طول ١٤٠° غرباً بخلوه الواضح من الجزر الكبيرة ، بل يتناثر فوق قاع هذا الجزء العظيم المساحة من المحيط بعض الجزر الانفرادية الصغيرة المساحة . ومن أمثلة هذه الجزر يتسرن Pitcairn (٥٠° جنوباً و ١٣٠° غرباً) ، وجزر تواموتو Tuamotu إلى الشمال الغربى من الجزيرة السابقة :

وأهم ما يميز هذا الجزء من المحيط ، هو كيفية إمتداد السلاسل والحواجز الجبلية المحيطية وأهمها حاجز جنوب شرق المحيط الهادى ، الذى يمتد من الساحل الشمالى الغربى لأنتارتيكا بالقرب من جزر بولنى Balleny ، ثم يمتد نحو الشمال الشرقى ، ثم يتحرف شمالاً إلى أن يصل جزيرة إيستر ، وإلى الشمال من هذه الجزيرة الأخيرة يمتد الحاجز شمالاً إلى أن تضيق معالمه فوق هضبة البتروس للمحيطية . ومن دراسة جيولوجية جزيرة إيستر الواقعة على قمة هذا الحاجز ، تبين أن هذه الجزيرة تتكون من صخور قارية ، كما تتركب صخور جزر جلاباجوس Galapagos (الواقعة فوق حاجز كوكوس المحيطى Cocos Ridge) وتكوينات حاجز كارناجى Carnegie (المجاور لساحل بيرو) من صخور السيل القارية . على ذلك إذا كان حاجز جنوب شرق المحيط الهادى يتبع تركيبه الجيولوجى نفس هذه الحواجز المحيطية السابقة فإنه بعد بدوره جزءاً قارباً ، إتفصل عن قارات قديمة وقد يكون فى هذه الحالة القسم الغربى من قارة جندوبا القديمة .

أما الأطراف الشرقية الهامشية لهذا الجزء من المحيط . وإلى تجاور الساحل

الغربي لأمريكا الجنوبية ، فتميز هنا بظاهرة الخوانق المحيطية العظمى (مثل خائق جواتيمالا ، وخائق أكابولكو) . وتمتد هذه الخوانق على طول إمتداد الساحل الغربي لأمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية ، وذلك لمسافة يبلغ طولها عدة آلاف من الأميال ، ويرجع معظم أجزاء هذه الخوانق إلى الزمنين الجيولوجيين الثالث والرابع . ولكن يتضح كذلك أن هذه الخوانق تعد أحدث عمراً من الحواجز المحيطية والهضاب والسهول المحيطية حيث إن الأولى قد شقت وقطعت صخور الأخيرة .

وابعا - الجزء الشمالي الغربي من أرضية المحيط الهادى ،

بما فيه الجزر الاندونيسية

تتميز الأجزاء الشمالية الغربية من المحيط الهادى بتكوين مجموعات الأقواس الجزرية القارية ، تبدأ بقوس جزر ألوشيان فى الشمال ، ثم تليها جنوباً أقواس جزر كوريل ، وإليسا بان ، وريوكيو ، وبونين ، وماريانا ، وياب ، والفلبين ، وإندونيسيا ، وسومطرة .

ولمجموعة جزر كوريل Kuril من كنتشكا Kamchatka شمالاً إلى جزيرة هو كايدو Hokkaido جنوباً . وقد دلت الدراسات على وجود طبقات سميكة من الرواسب القارية خاصة فوق الجزء الشمالى لهذا القوس وقد تبين كذلك بأنها رواسب قديمة لا ترجع إلى طبيعة توزيع اليايس والماء فى الوقت الحاضر ، بل أرسبت فى عصور جيولوجية سابقة وإن دل هذا على شئ فأنما يدل على أن هذا القوس الجزرى كان جزءاً من اليابس المجاور فى العصور الجيولوجية السابقة ، ثم تبعاً لتوالى العمليات التكتونية ، انفصل عن اليابس المجاور بواسطة البحار الضحلة شبه المغفلة .

وترتبط مجموعة الجزر اليابانية باليابس المجاور بصلات جيولوجية. ومرفولوجية قوية . فقد عثر في بعض بقاع من الجزر اليابانية على كتل صخرية من الجرانيت متداخلة مع تكوينات العصر البرمي . وقد أوضحت الدراسات الجيولوجية بأنه ليست هناك أدلة تثبت حدوث تكوين صخور العصر البرمي بجزر اليابان نفسها وأكد كوباياشي Kobayashi أن مصدر هذه الصخور الجرانيتية البرمسية هي الكتلة السدنية العظمى التي تظهر على سطح الأرض بالقرب من فيلاديفستوك Vladivostok . ويفصل بحر اليابان الضحل، الجزر اليابانية عن اليابس المجاور ، ويبلغ متوسط عمقه نحو ٣٦٠٠ قدم . وقد أكدت الدراسات الجيولوجية بأن مناطق السردود البركانية التي تشغل أرضية بحر اليابان اليوم كانت أرضاً يابسة خلال الزمن الجيولوجي الرابع ، وساعدت على هجرة القيلة الآسيوية إلى جزر اليابان .

أما قوس جزر الفلبين ، فيعرف القسم الشمالى منه بقوس ريو كيو Riu Kiu وينفصل عن اليابس المجاور بواسطة بحر الصين الشرقى الضحل ، والذي يبلغ متوسط عمقه نحو ٢٥٠ قدم . وقد دلت الدراسات الجيولوجية على تشابه التركيب الجيولوجي ونظام بنية الطبقات الصخرية في كل من هذه الجزر واليابس الآسيوى المجاور ، ففي كل منهما صخور جيرية ترجع إلى الزمن الجيولوجي الثالث ، وصخور بركانية من نفس الزمن الأخير ، مما يؤكد أن قوس جزر الفلبين قارى النشأة . (شكل ١٠٤)

أما القوس الاندونيسى : فيعد في الحقيقة قوساً مزدوجاً ، يقسمه بحر بندا Banda وبحر فلورس Flores Sea إلى مجموعتين من الجزر ها : —

١ - المجموعة الأولى وتشمل القوس الشمالي ، وتمتد ألف من جزر بورنيو

Borneo ، وسليبيس Celebes ، ونيو غينيا New Guinea

ب - المجموعة الثانية وتشمل القوس الجنوبي ، وتتكون من عشرات من

الجزر أهمها جزر سومطرة Sumatra ، وجاوه Java ، ولومبوك

Lombok ، وفلورس Flores ، تيمور Timor ، وتنيمبر Tenimber



خوائف محيطية

أفلاس بحرية

١- الذئبيات

٢- كوريل

٣- اليابان

٤- ريوكيو

٥- بورنيو

٦- لارينا

٧- يامبي

٨- بلانق

٩- الفلبين

١٠- اندونيسيا

(شكل ١٠٤) العلاقة بين الخواص المحيطية العظيم وأفلاس الجزر المحيطية

ويعد بحر بندا أقصى إمتداد للبحار الحدية التي تتبّع شرق الفارة الآسيوية أما جزر جاوه وسومطرة ، فهي تقع فوق رفوف قارى هايط ، وعلى هذا الرفوف الأخير أمكن تتبع مجرى نهر مولنجراف McIengraaf البلايوسينى وفي بداية الزمن الجيولوجى الثالث كانت هذه الجزر أرضاً قارية متصلة ببعضها ، ولا يفصل بينها سوى بحار قارية هامشية epicontinental Seas وفي خلال عصر الميوسين تعرضت هذه البحار لفعل الهبوط الأرضى وإتسعت المسطحات المائية بين مجموعات الجزر . وقد دلت الدراسات الجيولوجية على أن التركيب الصخري لهذه المجموعات الجزرية القارية يعد تراكيباً معقداً ، بخلاف التركيب الصخري البسيط للجزر المحيطية البركانية الناشئة . فتتركب صخور المجموعة الأولى عادة من صخور إرسائية قارية مختلفة متراكبة فوق بعضها البعض الآخر وقد تتعرض بعض أجزائها إلى الحركات التكتونية التى تشكل مظهرها العام . بينما قد تتألف الجزر البركانية المحيطية الناشئة من نوع واحد من الصخور النارية .

خامساً — قوس مريانا والمحوض الفلبينى

فيما بين جزر اليابان ، هالا ، وجزيرة نيوجينيا جنوباً ، يمتد قوس جزرى تتناثر جزره إلى الشرق والغرب من خط طول ١٤٠° غرباً ويطلق عليه اسم قوس جزر مريانا Marianas Arc . وتقع هذه الجزر حقيقة فيما وراء حد الأندسميت في المنطقة القارية الناشئة ، ولكن مع ذلك فإن أصل نشأتها مازال مدار البحث ، ولم يعرف بعد ما إذا كانت هذه الجزر قارية أم محيطية الناشئة ويتألف قوس جزر مريانا من جزر صغيرة للساحنة ، أكبرها جزيرة جوام Guam ، التى تقع إلى الشمال مباشرة من غور شالنجر . وقد درس هيس Hess

عام ١٩٤٦^(١)، جيولوجية قوس جرر مريانا وأوضح أن هناك خائفاً
بحرياً عظيم العمق يمتد من خليج طوكيو شمالاً حتى جزر مريانا جنوباً .
ويظهر هذا الخائق على شكل قوسين ، يطاق على القوس الشمالى منها اسم خائق
اليابان ، ويعرف القوس الجنوبى باسم خائق جزر مريانا وإلى الغرب من هذا
الخائق الأخير تظهر أقواس من السلاسل والحواجر المحيطية تعرف هنا باسم
حاجز جنوب هنشو . وعند آعالى الجانب الغربى من خائق اليابان تظهر
بعض الجزر المحيطية الصغيرة المساحة ، وتركب من صخور الأنديست .
وتحتنى هذه الجزر عند دائرة عرض ٣٠° شمالاً . وتقع جزر بونين Bonin فوق
الأطراف الشمالية لحاجز هنشو المحيطى ، وتركب صخور هذه الجزر من
لأفا أنديسيتية ، وصخور جيرية أيوسينية وأليجوسيلية .

وقد أوضح هيس أن كل الأقواس الجزرية هنا (جزر مريانا و ياب ،
والفلبين) تقع على محاور التنايات المحدية العظمى والتي تشمل من الشرق إلى
الغرب ما يلى . —

- ا — ثنية مريانا المحدية Marianas
- ب — ثنية إيوا — جيما المحدية Iwa — Jima
- ج — ثنية غرب كارولين المحدية West Caroline
- د — ثنية بالاو — كيوشو المحدية Palau — Kyushu

أما البحار الضحلة التى تفصل بين هذه الأقواس الجزرية ، فهى عبارة عن
أحواض هابطة تشمل من الشرق إلى المغرب ما يلى :

1 - Hess, H. H., (Drawned ancient Islands of the Pacific) Amer
Jour Sci, vol 244 (1946), 772 — 791.

١ - حوض ماريانا Marianas Trough

ب - حوض ياب Yap Trough .

ج - حوض الفلبين Philippine Trough .

ويتميز حوض او بحر الفلبين بعظم عمقه نسبياً ، حيث يبلغ متوسط عمق القسم الغربى منه نحو ٦٠٠٠ متر . وقد دلت الدراسات التى أجريت فى قاع هذا الحوض على أنه شديد التضرس ، وتنتشر فوقه التلال والجبال المحيطية .

ومن ثم يتضح أن أهم الظواهر الجيومورفولوجية التى تشكل قاع هذا الجزء من المحيط الهادى تتمثل فى أقواس الجزر المحيطية والخنادق المحيطية المجاورة لها . وحيث إن كلا من أقواس الجزر المحيطية والخنادق المحيطية يرتبطان مع بعضها إرتباطاً ملحوظاً من حيث طبيعة إمتدادهما وتركيبهما الجيولوجى ، فمن الصعب فصل دراسة نشأة أى منهما عن الآخر . ومن الآراء الحديثة أن أقواس الجزر المحيطية كانت خنادق محيطية قديمة ، تكون معظمها فى البحر الكريتاى القديم ، ثم تعرضت لعمليات الإرساب والإملاء ، ثم إلى عمليات الرفع التى أظهرتها على شكل أقواس جزرية تمثل محاور الالتواءات الكبرى . بينما قد تكون الخنادق المحيطية الحالية حديثة العمر عن الخنادق التى امتلأت بالرواسب وتحولت إلى جزر . ومن الألفة التى تشيع إلى ذلك ، أن الجزء الشرقى من خنادق ألوشيان قد إمتلأ بالرواسب وتحول إلى جزر وأشباه جزر كما سبق الذكر .

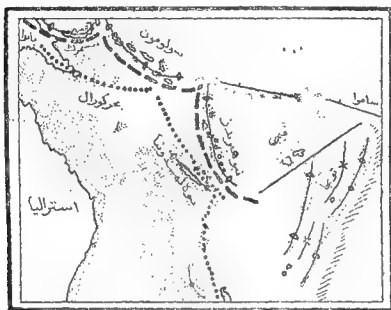
سادسا - الجزء الجنوبى الغربى من ارضية المحيط الهادى

تختلف الخصائص الجيومورفولوجية العامة لهذا الجزء عن بقية ارضية المحيط الهادى ، حيث يتميز بإحتوائه على مجموعات مختلفة من الحواجز المحيطية

الفاطسة ومجموعات من الجزر المتعددة . وتعتبر معظم الحواجز المحيطية والجزر الفاطسة جزءاً من صخور الياپس المجاور تبعاً لتركيبها الصخري، فباعدة الجزر والحواجز الواقعة إلى شرق نيوزيلند — تونجا New Zealand-Tonga Line وعلى ذلك يتضح أن معظم مجموعات الجزر في الركن الجنوبي الغربي من المحيط الهادى ، والتي تقع فيها وراء حشد الأندسيت قارية النشأة . وتنتشر الرواسب القارية السميكة فوق بعض صخور جزر فيجى Fiji ، ونيو كالدونيا New Caledonia ، ونيوزيلند New Zealand . وتمتد مجموعة جزر كارولين Caroline ، أقصى إمتداد شمالى لحدود هذا الركن من أرضية المحيط ، وتتكون بعض هذه الجزر من مجموعات من التلال المحيطية البركانية البلايوسينية، تشكل الأطراف العليا لحواجز محيطية أهمها حاجز أوريك — نيوجينيا ، وحاجز كارولين — سالون ، وينحصر حوض كارولين الشرقى الضحل بين هذه الحواجز القوسية الشكل .

وقد دلت الدراسات الجيولوجية على أن جزيرة نيوجينيا تعد جزءاً من قارة أستراليا، ولا ترتبط جيولوجياً بمجموعة جزر أندونيسيا مثل جزر سيرام Ceram ، وهالماهيرا Halmahera (أو سلبيس Celebs) . وقد رجح بعض الباحثين أن جزيرة نيوجينيا ، ترحلت إلى الشمال نحو بحار جنوب شرقى آسيا بفعل التيارات الحرارية الصاعدة بباطن الأرض خلال بداية الزمن الجيولوجى الثالث . وقد تبين أن جزر يسمارك ، وسولون ، ونيوهيريدز تقع على عوارى إلتوائية عظمى قديمة ، تتمثل من الشمال إلى الجنوب فى أقواس يسمارك ، وسولون ، ونيوهيريدز الإلتوائية . ويمتد قوس سولون من بوجانفيل Bongainville فى الشمال الغربى إلى سان كريستوبل San Cristobal

في الجنوب الشرقى ، ويظهر في صخر هذا القوس الإلتوائي بمض الطفوح
البركانية (شكل ١٠٥) .



————— ممرات تكونية كرفاسية
 ————— ممرات تكونية جيلولسية
 ————— ممرات تكونية جيلولسية
 ————— ممرات تكونية جيلولسية
 ————— ممرات تكونية جيلولسية
 ————— ممرات تكونية جيلولسية

(شكل ١٠٥) جيولوجية القسم الجنوبي الغربى من المحيط الهادى

وتتألف مجموعة جزر فيجى من جزيرة الكبرى، وبحو ٢٥٠ جزيرة
أخرى صغيرة المساحة جداً ، وتقع كلها فوق حاجز محيطى إلى الغرب من
خافق، تونجا . ويمتد هذا الحاجز المحيطى جنوباً ليتصل بحواجز تونجا —
كرمادوك — نيوزيلند المحيطية . وتبين من دراسة التركيب الجيولوجى لجزر
نيوزيلند بأنها من أصل قارى حيث تتركب صخورها من طبقات الحجر
الرملى المعروف باسم الجراى واكى greywackes^(١) والذى يرجع عمرها إلى

(١) حجر رملى غليظ الحبيبات ، أشبه بصخور الجصمات .

العصر الجوراسي . وتبعاً للسك الهائل لهذه الطبقات يتضح أنه من الصعب أن يكون مصدرها فتات صخور الحواجز البحرية المجاورة . ومن دراسة طبيعة تركيب صخور الجراي واكي ونظامها في نيوزيلند تبين أنها تشابه تلك الموجودة في كل من جزر نورفك Norfolk ، ونيوكاليدونيا New Caledonia وشبه جزيرة بابوا Papua . وتمتد كل هذه المجموعة من الجزر فوق محور ثنية محدبة قديمة العمر الجيولوجي . وفي الوقت الحاضر ، يظهر فوق هذه الثنية المحدبة حاجزان بحريان متوازيان عملا على ضحولة مياه المحيط في هذه المنطقة . (شكل ١٠٥) .

ويعتقد الجيولوجيون أن القارة الأسترالية تعرضت لعمليات التراجع الخلفي نحو الجنوب الغربي ، وبعثت عن موقعها الأصلي الذي كان يمتد في نطاق مجموعة جزر فيجي شرقاً ، وسولمون ونيوغيينيا شمالاً ، وأثناء عمليات التراجع المتتالية ، انفصلت أجزاء من قارة أستراليا ، وتبعاً لدراسات ماكفيرسون Macpherson عام ١٩٤٦ ، انفصلت سلاسل جزر نيوكاليدونيا - نيوزيلند خلال الزمن الجيولوجي الثاني . وقد أكد بريان Bryan عام ١٩٤٤ ، هذا الرأي ورجح أن جزر نيوكاليدونيا ما هي إلا جزءاً من قارة أستراليا بسل تبعاً لتركيبها الجيولوجي المماثل بعد جزءاً من صخور ولاية كوينزلاند . ويؤكد كل من بنسون Benson عام ١٩٢٣ وبريان Bryan عام ١٩٤٤ بأن حركة التراجع الخلفي لأستراليا توقفت عند نهاية الزمن الجيولوجي الثاني .

مناخ المحيط الهادئ

تؤثر الظروف المناخية للمحيط الهادئ في تشكيل الحياة النباتية ، والحياة التي تتمثل فوق مجموعات الجزر المتناثرة بالمحيط ، والتي يتوقف عليها طبيعة

الإستغلال البشرى للموارد الطبيعية بهذه العزr . كما أن لإختلاف الخصائص المناخية للهواء الملاصق لسطح مياه المحيط أكبر الأثر فى تشكيل الخصائص الطبيعية للمياه السطحية وحدوث حركات التوازن الرأسية للمياه . وتؤثر الظروف المناخية كذلك فى نمو بعض الكائنات البحرية مثل حيوان المرجان الذى ينتشر بالمياه المدارية الدفينة . هذا إلى جانب أثير فعل الرياح وحدوث الأعاصير فوق المسطحات المائية بالمحيط فى تشكيل حركة الأمواج وسرعتها وإتجاه التيارات البحرية-فيه وتحديد مسالكها .

وتبعاً لعظم إتساع المسطحات المائية للمحيط ، وقلة اليابس فيه ، والذى يمثل فى مجموعات من الجزر المتناثرة المحدودة المساحة جيداً بالنسبة لمساحة سطح المحيط العظيم الإمتداد ، فإن الموقع الجغرافى لهذه الجزر بالنسبة للدائرة الإستوائية بعد أهم العوامل التى تؤثر فى تشكيل الأقاليم المناخية بجزر هذا المحيط . كما أن لفصل التيارات البحرية الدفينة والباردة ، أثراً واضحاً فى تشكيل الظروف المناخية على طول سواحل المحيط الهادى التى تميز بجوارها هذه التيارات ، وإختلاف منسوب جزر المحيط بالنسبة لمستوى سطح البحر (الجزر البركانية العالية - الجزر المرجانية المنخفضة) أثراً واضحاً فى تعديل الظروف المناخية وتوقعها من جزيرة لأخرى .

وتختلف إتجاه الرياح فوق سطح مياه المحيط تبعاً لتنوع مراكز الضغط المرتفع والمنخفض فوق القارات المجاورة خلال فصلى الشتاء والصيف وعلاقتها بذلك التى تتكون فوق سطح مياه المحيط .

حرارة الهواء الملاصق لسطح مياه المحيط الهادئ

تؤثر عظم مساحة المسطحات المائية للمحيط الهادئ في تشكيل درجة حرارة الهواء الملاصق له ، وتميزت جزر المحيط بتناخها البحري سواء أكانت تقع عند الدائرة الاستوائية أو في العروض المعتدلة الباردة ، وأصبح أهم ما يميز حرارة الهواء الملاصق لسطح هذه الجزر هو قلة المدى الحراري اليومي والفصلي بحيث لا يتعدى سوى بضعة درجات فهرنهايت محدودة. ولكن عندما تمر فوق المسطحات المائية للمحيط كتل هوائية قارية (آتية من فوق القارات المجاورة) متنوعة ، قد تؤثر في تشكيل خصائص الهواء الملاصق لسطح مياه المحيط ، إلا أنها غالباً ما تكتسب هي الأخرى بعض الخصائص الطبيعية الجديدة ، حيث تزداد بها نسبة الرطوبة تبعاً لمرورها فوق المسطحات المائية الواسعة (١) .

وقد تبين أن السواحل الغربية للمحيط الهادئ ، قارية المناخ نسبياً إذا ما قورنت بسواحلها الشرقية . ويعزى ذلك إلى أثر هبوب الرياح الموسمية من أواسط آسيا إلى المحيط المجاور في فصل الشتاء فيلاحظ أن المدى الحراري الفصلي لمدينة سان فرانسيسكو على الساحل الشرقي للمحيط (بكاليفورنيا) يبلغ نحو ١٠ ° ف بينما يبلغ المدى الحراري الفصلي لمدينة طوكيو باليابان والتي تقع على نفس دائرة عرض المدينة السابقة ولكن على الساحل الغربي للمحيط نحو ١٠ ° ف.

ويعتبر عامل البعد عن الدائرة الاستوائية من أهم العوامل التي تشكل درجة حرارة الهواء الملاصق لسطح مياه المحيط . وقد تبين أن درجة حرارة الهواء الملاصق لسطح مياه المحيط تنخفض بنحو نصف درجة فهرنهايت كلما بعدنا

1- Freeman, W. (Geography of the Pacific) Wiley, N^o Y., (1961)

درجة عرض واحدة شمالاً أو جنوباً عن الدائرة الاستوائية . فيبلغ متوسط المدى الحرارى اليومي للهواء الملاصق لسطح مياه المحيط نحو 6°ف ، ولا يزيد المدى الحرارى السنوى عن 10°ف .

وتتميز درجة حرارة الهواء الملاصق لسطح مجموعات الجزر الواقعة بالعروض المدارية بالمحيط الهادى بأنها متشابهة طوال فترات السنة المختلفة ، وتتراوح فيما بين 70°ف ، 80°ف . ويبلغ المدى الحرارى اليوى فيها نحو 10°ف ، وتتراوح المدى الحرارى السنوى من 1°ف - 7°ف (يبلغ على اليابس فى نفس العروض نحو 35°ف) . ويقل المدى الحرارى اليوى والسنوى كلما أقتربنا من الدائرة الاستوائية .

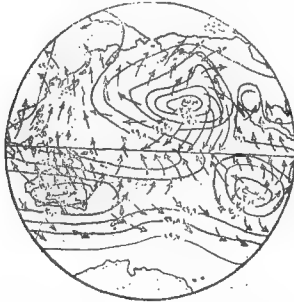
ويبلغ المتوسط السنوى لدرجة حرارة الهواء الملاصق لسطح المياه الاستوائية بالقسم الغربى من المحيط الهادى نحو 82°ف ، بينما يبلغ فى القسم الشرقى منه نحو 78°ف . ويبلغ متوسط درجة حرارة شهر أغسطس للهواء الملاصق لسطح جزر جلابجوس نحو 70°ف بينما تبلغ فى جزر جيلبرت الواقعة على نفس دائرة العرض ولكن فى غرب المحيط نحو 81°ف . وقد تعزى برودة الهواء الملاصق لسطح المياه المدارية للقسم الجنوبي الشرقى بالمحيط الهادى إلى أثر تيار يرو - همبولت البارد .

الضغط والرياح والأمطار فى فصل الصيف الشمالى

نبدأ لعظم تساقط الأشعة الشمسية فوق سطح المياه الاستوائية بالمحيط الهادى نجم عن ذلك تتابع عمليات تمدد الهواء الملاصق لسطح الماء إلى أعلى، وتكونت

منطقة عظمى من الضغط المنخفض (٢٠٨ بوصة) تمثل فوق المياه طول العام ، وتعرف باسم منطقة الركود أو الرهو الإستوائى doldrums ، وتتميز الرياح في هذه المنطقة الأخيرة بسكونها النسبي وهبوبها بهدوء في إتجاهات متعددة غير ثابتة .

وفوق المسطحات المائية إلى الشمال وإلى الجنوب من الدائرة الإستوائية ، يتمثل في هذا الفصل مناطق عظمى من الضغط المرتفع (٣٠٥٣ بوصة) وتكون تبعاً لهبوط الهواء إلى أسفل ، ومن ثم تخرج منها الرياح نحو مراكز الضغط المنخفض الإستوائى من جهة ونحو مراكز الضغط المنخفض في كل من الأمريكتين شرقاً وآسيا غرباً من جهة أخرى (شكل ١٠٦) . وعلى ذلك تتأثر منطقة الرهو الإستوائى (بتراوح إنساعها من ٢٠٠ - ٤٠٠ ميل) بهبوب الرياح التجارية الشمالية الشرقية (في النصف الشمالى من المحيط) والجنوبية الشرقية (في النصف الجنوبى من المحيط) طوال العام . إلا أن نطاق الرياح



(شكل ١٠٦) الضغط والرياح في النصف الشمالى بالمحيط الهادى .

يُرحل شمالاً خلال فصل الصيف الشأى أو جنوباً خلال فصل الصيف الجنوبي تبعاً لحركة الشمس الظاهرية فى بن المدارين .

ويتأثر إتجاه الرياح التجارية كذلك بحركة دوران الأرض حول نفسها فعند عبورها المسطحات المائية الإستوائية ، تنحرف الرياح على يمين إتجاهها فى النصف الشأى من المحيط الهادى ، وعلى يسار إتجاهها فى النصف الجنوبي منه . ونتيجة لتمدد الهواء إلى أعلى فى منطقة الركود الإستوائى . بالإضافة إلى عظم كمية التبخر ، ترتفع نسبة الرطوبة بالجو ، وتؤدى إلى سقوط أمطار تصاعدية غزيرة ، وحدوث عواصف الرعد الشديدة .

وسواء أكانت الرياح التجارية شمالية شرقية أو جنوبية شرقية ، فكلها غير متشابه تماماً من حيث الخصائص الطبيعية ، ذلك لأنها قد يختلفان من حيث درجة الحرارة ، والسرعة ، أو نسبة الرطوبة ، وكثافة الهواء بها . وعلى ذلك قد يندجم عن عدم تجانس الرياح التجارية ، اختفاء منطقة الركود الإستوائى ، حيث تتجه الرياح التجارية الباردة نسبياً والتي تتميز كتلة هوائها بأنها أعظم كثافة ، إلى أسفل كتلة هواء الرياح التجارية الأكثر دفئاً ، والأقل كثافة ، وبذا تندفع الأخيرة إلى أعلى وتؤدى إلى زيادة نسبة الرطوبة فى الجو . وتساهم هذه الظروف بدورها على تكوين الأعاصير المحلية الضعيفة إلى أنها تسبب فى تساقط كميات كبيرة من الأمطار . وتعرف منطقة التقاء الرياح التجارية الشمالية الشرقية بالرياح التجارية الجنوبية الشرقية باسم الجبهة المدارية Intertropical Front . وتمثل هذه الجبهة خلال فصل الصيف الشأى حول دائرة عرض ١٠° شمالاً فى الجزء الغربى من المحيط الهادى .

(شكل ١٠٦)

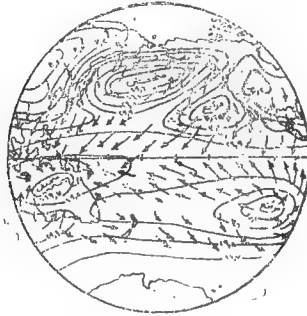
وإلى الشمال من الدائرة الاستوائية تنحرف الرياح التجارية إلى الجنوبية الشرقية على يمين اتجاهها (بفعل دوران الأرض حول نفسها) وتصبح جنوبية غربية ويطلق عليها اسم الرياح الموسمية ، ويسود هبوبها على جزر الهند الشرقية وعندما تقترب الرياح من الساحل الشرقي لآسيا تنحرف مرة ثانية نحو الغرب وتصبح جنوبية شرقية وذلك تحت تأثير منطقة الضغط المنخفض العظمى التي تتمثل فوق قلب القارة الأسيوية في هذا الفصل (شكل ١٠٦) . وتسقط الرياح الموسمية كميات كبيرة من الأمطار على طول الساحل الشرقي لآسيا ، وتقل كمية الأمطار كلما إتجهت الرياح نحو داخل القارة .

وعلى طول بعض أجزاء من السواحل الغربية للأمريكتين ، والساحل الغربي لأستراليا تهب الرياح الغربية أو العكسية من مراكز الضغط المرتفع المدارية وتجه من الغرب إلى الشرق ، وتسقط أمطارها على الساحل الغربي لأمريكا الشمالية إلى الشمال من دائرة عرض 35° شمالاً ، وعلى السواحل الغربية لأمريكا الجنوبية وأستراليا إلى الجنوب من دائرة عرض 35° جنوباً .

الضغط الرياح والأمطار في فصل الشتاء الشمالى

لا تختلف مناطق الضغط كثيراً فوق المسطحات المائية للمحيط الهادئ خلال الشتاء الشمالى عن تلك في فصل الصيف الشمالى ، اللهم إلا في أعلى الجزر الشمالى من المحيط حيث تتكون منطقة واسعة من الضغط المنخفض بدلاً من الضغط المرتفع الذى يتمثل في هذه المنطقة خلال فصل الصيف الشمالى (شكل ١٠٧) . ويعزى ذلك إلى الفرق الكبير بين درجة حرارة الهواء الملامس لسطح اليابس (آسيا وأمريكا الشمالية) ودرجة حرارة الهواء الملامس للمياه

المحيط خلال فصل الشتاء . فحيث يكتسب اليابس الحرارة بسرعة ويفقدها بسرعة كذلك ، صار الجزء الشالى الشرقى من آسيا من أبرد أجزاء العالم



(شكل ١٠٧) الضغط والرياح في الشتاء الشمالى بالمحيط الهادى .

خلال فصل الشتاء ، ويتكون فوقه منطقة عظمى من الضغط المرتفع في حين يعمل على مياه المحيط في هذا الفصل مركز للضغط المنخفض . على ذلك تهب الرياح التجارية الشالية الشرقية في النصف الشمالى للمحيط والجنوبية الشرقية في النصف الجنوبى منه ، أى من مراكز الضغط المرتفع فوق المياه المدارية إلى مراكز الضغط المنخفض العظمى الإستوائية . ولكن تتزحزح نطاقات الرياح إلى الجنوب نسبياً تبعاً لحركة الشمس الظاهرية ، وتعاكسها في هذا الفصل (الشتاء الشمالى) على مدار الجدى .

وعلى السواحل الغربية للقارات تخرج الرياح العكسية من مناطق الضغط المرتفع المدارية ، وتهب على السواحل الغربية للأمر يكتنن وقارة أستراليا ،

إلا أن مناطق هبوبها ينحصر في هذا الفصل على الساحل الغربي لأمريكا الشمالية فيما بين دائرتي عرض ٢٠° — ٣٨° شمالاً ، بينما تنحصر مناطق هبوبها على الساحل الغربي لأستراليا وأمريكا الجنوبية فيما بين ٣٠° — ٤٠° جنوباً . (تترشح نطاقات هبوب الرياح تبعاً لحركة الشمس الظاهرية) .

أما الرياح الموسمية ، فتخرج من اليابس من مناطق الضغط المرتفع خلال فصل الشتاء الشالي ، وتتجه صوب مراكز الضغط المنخفض فوق مياه المحيط (شكل ١٠٧) . ولا تسقط هذه الرياح أمطاراً غزيرة على الساحل الشرقي لآسيا إلا بعد أن تعبر المسطحات المائية وينحرف إتجاهها صوب اليابس المجاور وهنا تسقط بعض الأمطار الشتوية كما هو الحال على السواحل الجنوبية للصين والساحل الشرقي لمضبة الدكن ، والساحل الشالي لأستراليا .

وبلاحظ أنه يصعب تمييز فصل ممطر معين خلال السنة بالنسبة لبعض المجموعات الجزرية التي تقع في المياه الإستوائية بالمحيط الهادئ وتتأثر بالرياح التجارية ، ذلك لأن الأمطار تسقط فوقها بغزارة طول العام . أما بالنسبة للجزر التي تتأثر بالرياح الموسمية فيلاحظ أن أغزر الفترات مطراً هو فصل الصيف ، ولكن تجدر الإشارة إلى أن الرياح الموسمية الشتوية إذا ما عبرت مسطحات مائية واسعة ، ثم اصطدمت بمخاضات جبلية فوق الجزر المحيطة (كما هو الحال فوق شمال وشرق جزر الفلبين ، والساحل الجنوبي للصين ، وجزر إندونيسيا ، وجزيرة نيوجينيا) ، فتسقط الرياح أمطاراً غزيرة . وتعلم كمية الأمطار الساقطة على طول السفوح الجبلية المواجهة لإتجاه الرياح التجارية والموسمية ، بينما تقل الأمطار الساقطة في مناطق ظل المطر . ويعزى سقوط الأمطار في النصف الشرقي من المحيط الهادئ إلى أثر الرياح التجارية والعكسية وفي النصف الغربي منه تسقط الأمطار بفعل الرياح الموسمية .

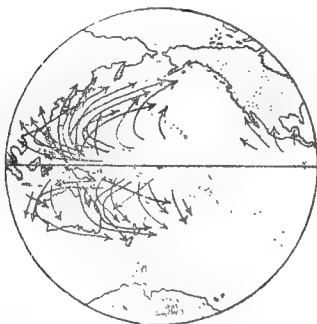
ونبعا لتأثير الزحزحة الفصلية للجهات المدارية يلاحظ أن فترة أعظم سقوط المطر في ميكرونيزيا Midronesia ، وبعض الجزر المجاورة لها إلى الشمال من الدائرة الاستوائية تتمثل في فصل الصيف الشال (من يوليو إلى أكتوبر) بينما تتمثل أعظم فترات سقوط المطر في النصف الجنوبي من المحيط الهادى إلى الجنوب من الدائرة الاستوائية فيما بين نوفمبر - أبريل (الصيف الجنوبي) وهذا يلاحظ أن نسبة الرطوبة مرتفعة في الجو طوال العام بمناطق الرهو الاستوائى وبعض إرتفاعها كذلك في مناطق الرياح الموسمية خاصة في فصل الصيف حيث تتراوح من ٨٠ - ٩٠ ٪ ، وتقل نسبتها في مناطق الرياح التجارية

الأعاصير المدارية في المحيط الهادى

يمكن القول بأنه يحدث نحو ١٣٠ أعصاراً مدارياً في العام فوق المسطحات المائية المدارية وشبه المدارية بالمحيط الهادى . ولا يتجم عن هذه الأعاصير لإزدياد كمية الأمطار الساقطة فقط ، ولكنها تسبب كذلك خسائر جسيمة بالمناطق التى تهب عليها . وتسمى الأعاصير بأسماء محلية مختلفة ، فتعرف بالتييفون Typhoons على طول سواحل الصين ، والهركين Hurricanes في القسم الشرقى من المحيط الهادى ، والويلي ويلى Willoy Willey على طول الساحل الشرقى لأستراليا (شكل ١٠٨) .

وتتنوع الأعاصير المدارية من أعاصير عظمى هائلة وأخرى بسيطة محدودة التأثير . وعلى ذلك يختلف إنساع مجالها الذى تؤثر فيه من ٣٠٠ ميل إلى عدة أميال معدودات . وتنشأ الأعاصير المدارية فيما بين دائرتى عرض ١٠° ، ٢٠° شمالاً وجنوباً ، وتوجه عادة نحو المناطق المدارية إلى أن تضعف قوتها

وتتلاشى بعد ذلك . وعندما تصل الأعاصير المدارية إلى نطاق العروض الوسطى ، تنحرف نحو الشرق تبعاً لحرارة دوران الأرض حول نفسها ، وتندفع مع الرياح الغربية وهنا تعرف باسم الانخفاضات الجوية (١) .



(شكل ١٠٨) مسالك الأعاصير والهيكلين في المحيط الهادئ .

وتسبب الأعاصير خسائر فادحة لسكان جزر المحيط الهادئ حيث ينجم عن حدوثها إنبهار المنازل ، وقلع الأشجار ، وهلاك النباتات ، وسقوط ثمار الأشجار . هذا إلى جانب أضرارها في تشكيل حالة البحر ، وارتفاع الأمواج . وقد ترتفع الأمواج إرتفاعاً هائلاً (نحو ٥٠ قدم فوق مستوى سطح البحر) . وعلى ذلك تنحرف الأمواج كل ما يقف في طريقها وتدفعه إلى البحر . ويشهد

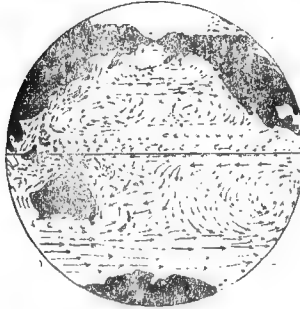
(١) حسن أبو المينين ، « آسيا الموسمية ، عالم المحيط الهادئ » - بيروت ، عام ١٩٦٢ - الطبعة الثالثة - الاسكندرية ١٩٧٦ .

فعل الأمواج ، فوق الجزر المرجانية المنخفضة، فعند حدوث الأمواج العالية التي تتلاطم على جوانب هذه الجزر ، سرعان ما يتساق الأهل إلى الأشجار العالية ، ويربطون أنفسهم بها ، حتى لا تجرفهم الأمواج الشديدة إلى البحر . وقد تسبب الأعاصير سقوط كيات غزيرة من الأمطار (نحو ٢٠ بوصة) في أقل من ٢٤ ساعة فقد سقط نحو ٢٦ بوصة من الأمطار فوق جزيرة هيكو Haiku في أقل من ساعتين في يوم ١٦ يناير ١٩٤٩ كما سقط على كوينزلاند بأستراليا نحو ٦٣ بوصة من المطر في ثلاثة أيام متتالية عام ١٩٥٢ .

وعلى الرغم من أن مناطق الرهو الإستوائى تقع خارج نطاق الأعاصير المدارية إلا أنه في بعض الأحيان قد تتأثر بهبوبها . فقد دمرت أعاصير يوم ٥ ديسمبر عام ١٩٢٧ المنازل فوق جزيرة جيلبرت Gilbert (٣° شمالاً) . وبلغت سرعة الرياح نحو ٩٠ ميل في الساعة . كما تأثرت جزر مارشال (٩° شمالاً) بالهركين يوم ٣٠ يونيو ١٩٠٥ ، وتعرضت الأمواج عالية بلغت ارتفاعها ٤٦ قدم .

وتتأثر المياه السطحية بالمحيط الهادى بالتيارات البحرية السطحية التي تشكل الرياح الدائمة نظام مسالكها . وأهم هذه التيارات تلك المعروفة باسم التيار الإستوائى الشمالى الذى يتجه من الشرق إلى الغرب ثم ينحرف شمالاً مجاوراً للساحل الشرقى لآسيا ، ويعرف هنا بتيار كورسيفو الذى Kuro Sivo وعند جزر اليابان يلقى هذا التيار بتيار آخر بارد يعرف بتيار كورييل البارد ثم ينحرف التيار عند دائرة عرض ٤٠° نحو الشرق (مع اتجاه الرياح الغربية) حتى يصل إلى السواحل الغربية لأمريكا الشمالية . أما عند الساحل الشمالى الغربى لأمريكا الشمالية فيتشعب

التيار إلى قسمين ، أحدهما يتجه شمالاً ويعرف باسم تيار ألسكا الدفء والآخر ينساب جنوباً ويعرف بتيار كاليفورنيا البارد إلى أن يلتقي بالتيار الاستوائي الشمالي (شكل ١٠٩) .



(شكل ١٠٩) حركة التيارات البحرية السطحية في المحيط الهادئ .

أما في النصف الجنوبي من المحيط فينساب التيار الاستوائي الجنوبي من الشرق إلى الغرب ثم ينحرف جنوباً بعد أن يصطدم بجزر الهند الشرقية ويعرف بتيار شرق أستراليا على طول الساحل الشرقي لهذه القارة . ويتجه هذا التيار نحو الشرق عند دائرة عرض ٤٠° جنوباً (مع اتجاه الرياح الغربية) ، إلى أن يصطدم بالطرف الجنوبي لقارة أمريكا الجنوبية . ويعرف التيار هنا باسم تيار همبولت أو بيرو البارد ، وينساب مجاوراً للساحل الغربي لأمريكا الجنوبية إلى أن يهصل بالتيار الاستوائي الجنوبي .

الحياة النباتية والحيوانية فوق جزر المحيط الهادى

تعد دراسة الكائنات الحية فوق جزر هذا المحيط وكيفية إنتشارها ، من الموضوعات العلمية الطريفة ، تبعاً للعزلة النسبية لمجموعات جزر المحيط الهادى وإفصاها عن اليابس المجاور بمسطحات مائية واسعة . ويرجح العلماء أن إختلاف منسوب سطح البحر فى عصر البلايوسين عما هو عليه فى الوقت الحاضر من أهم العوامل التى ساعدت على إنتشار هذه الكائنات بجزر المحيط فنتيجة لانخفاض منسوب سطح البحر بنحو ٣٠٠ قدم عما هو عليه اليوم ، تكونت المضايق الأرضية التى ربطت بعض مجموعات الجزر باليابس المجاور وكان من السهل على الحيوانات المختلفة الانتقال من موقع إلى آخر . كما قد تعمل الرياح ، والأمواج ، والتيارات البحرية على نقل الأحياء النباتية والبذور (خاصة تلك التى لا يتأثر نموها بمياه البحر) من جزيرة إلى أخرى ويلاحظ أن عدد العائلات النباتية والحيوانية فوق جزر المحيط الهادى قليل جداً إذا ما قورن بعددها فوق القارات ، كما يقل عدد هذه العائلات نوعاً ، كلما بعدنا عن سواحل القارات وإتجهنا صوب المحيط .

وتعد عملية إنتشار الكائنات الحية من أرض اليابس إلى الجزر المحيطية عملية مركبة ، وقد تتم فى مراحل مختلفة متعاقبة . فقد تنقل بعض هذه الكائنات فيجائياً أو تدريجياً تبعاً لطبيعة عملية إنفصال الجزر عن اليابس المجاور ، أو بواسطة هجرة الحيوانات من القارات إلى هذه الجزر بعد عبورها للمضايق الأرضية . وقد يساهم الإنسان ، والرياح ، والتيارات البحرية ، والأمواج ، والطيور المحبة للهجرة على نقل بعض الكائنات النباتية والحيوانية من مكان إلى آخر . وقد تعرضت الكائنات الحية فوق الجزر المحيطية للنشأة لعمليات التطور تبعاً للظروف الطبيعية بالبيئة الجديدة . وكلما كانت الجزر قديمة النشأة ،

تنوع فيها العائلات الحيوانية والنباتية بعكس الحال إذا كانت الجزر جديدة النشأة . وقد يظهر بهذه الجزر كذلك كائنات خاصة محلية *endemic species* , نتجت تبعاً لظروف البيئة المحلية لهذه الجزر .

(١) العائلات النباتية :

تمثل فوق جزر المحيط الهادى بيئات جغرافية مختلفة ، لكل منها عائلاتها النباتية الخاصة تبعاً للخصائص الطبيعية لهذه البيئات . وتنتشر على سواحل جزر المحيط الهادى مجموعات من الأشجار والحشائش والأعشاب ، التى من الأسهل أن تطفو بذورها فوق مياه البحر المالحة لمسافات بعيدة (إذا ما سقطت فى مياه البحر) دون أن تفقد قدرتها على النمو والإنبات من جديد . وتختلف كثافة النباتات فوق جزر المحيط الهادى تبعاً لكمية الأمطار الساقطة ونوع التربة . وعلى سبيل المثال نلاحظ عظم كثافة الغطاءات النباتية فوق جزيرة بالميرا Palmyra تبعاً لسقوط كميات غزيرة من الأمطار فوقها ، بينما لا يمثل فوق جزيرة كانتون Canton Is سوى بعض الشجيرات المتباعدة تبعاً لقلة كمية الأمطار الساقطة فوقها . بينما قد تظهر غابات المانجروف على طول سواحل بعض الجزر المتناثرة بالمياه المدارية بالمحيط الهادى كما يبدو على بعض أجزاء من سواحل جزيرة ترك Truk .

وقد أوضح الأستاذ فريمان Freeman^(١) بأنه يتمثل فوق جزر المحيط الهادى نحو خمسين عائلة نباتية . وبمعظم تنوع عائلاتها فى القسم الغربى عنه

1 — Freeman, O. W., (Geography of the Pacific), Wiley 1961, p. 37.

بالقسم الشرقى (تبعاً لانتشار الجزر المحيطية) . كما تقل كثافة النباتات فوق الجزر المرجانية ذات التربة الجيرية العظيمة المسامية، تبعاً لشموب المياه السطحية إلى جوف الصخور . بينما تتنوع العائلات النباتية فوق الجزر البركانية المرتفعة المنسوب ، وتختلف كثافة الغطاءات النباتية وأشكالها تبعاً لارتفاع أجزاء الجزيرة بالنسبة لسطح البحر (١) .

(ب) العائلات الحيوانية

تقل مجموعات العائلات الحيوانية فوق جزر المحيط الهادى إذا ما قورنت بتلك التى تتمثل فوق اليابس المجاور بل من النادر أن يتمثل فوق بعض الجزر البركانية المحيطية الشاة حيوانات ثديية mammals ، اللهم إلا بعض الكائنات التى تستطع الطيران وتقوم بالهجرة الفصلية من مكان إلى آخر ، بالإضافة الى بعض الثدييات البحرية (مثل عجول البحر) وبعض الحيوانات الثديية الأخرى التى عمل الإنسان على نقلها ، مثل الخنازير ، والفيران والأرانب والماشية ، والأغنام .

أما بالنسبة لمجموعات الجزر التى انفصلت عن القارات المجاورة لها ، مثل نيوزيلند ، ونيوغيانيا ، وأستراليا ، وجزر الهند الشرقية ، فقد وجد فوقها أعداد غفيرة من الحيوانات الكيسية الأولية primitive marsupials ، مثل الكانجرو . هذا بالإضافة الى السحالى Lizards ، والسحالى العظيمة الحجم monitor lizards والطيور ، والثدييات المائية ، والفيران ، والخفاش ،

(١) حسن أبو العينين ، « آسيا الموسمية ، وعالم المحيط الهادى - مروت عام ١٩٦٧

الطبعة الثالثة ١٩٧٦ »

والحيوانات الأرضية القارضة land reptiles ، والبرمائيات Amphillians .
وتنتشر الزواحف بجزر نيوغينا ، وساموا ، وفيجي ، وسولون .

(ج) الطيور والحشرات

تعد الطيور واسعة الإلتشار تبعاً لسهولة إنتقالها من جزيرة إلى أخرى ،
ومن ثم تميزت مجموعاتها في هذه البيئة بأجنحتها القوية . وقد ساهمت الطيور
المحبة للهجرة Migratory Birds على إدخال أنواعاً جديدة من الكائنات
النباتية وبذور الفواكه إلى بعض الجزر المحيطية . وتمثل الطيور أغلبية
الفقريات فوق مجموعات جزر المحيط الهادى ، ويعظم إنتشارها فوق الجزر
المأهولة بالسكان .

ومن بين الطيور الهامة بجزر المحيط الهادى القادوس البحرى Albatross،
والنورس البحرى Gull ، والكورمورانت Cormorants ، والبوبيز Boobies
والبتزل Petrels ، والكيرلو Curlew ، والبطل الطائر Ducks ؛ وتنتشر
الطيور البرية كذلك فوق الجزر البركانية العالية ومنها «طيور الجنة» والبيغام ،
Parrots ، والكوكاتو Cockatoos ، وعصفور السنونو Swallows ، والجمام ،
وذو المنقار القزنى Hornbills .

ويتمثل فوق جزر المحيط الهادى مجموعات متنوعة من الحشرات تزيد
عائلاتها عن ١٠٠٠٠٠ عائلة مختلفة . ومن أعظمها إنتشاراً حشرات الملائيا
Anopholes خاصة في نيوغينا ، ونيوبرثان ، وسولون ، ونيوهيريدز .
وتنتشر حشرات الحى الصفراء Andes Aegypti في معظم جزر اندونيسيا
وفي جزر ميلانيزيا ، ونيوغينا . وهذا إلى جانب انتشار الحشرات اللاسعة
Stinging flies وتلك السامة poisonous centipedes في معظم الجزر .

الاقتصاد المعيشي لسكان جزر المحيط الهادى

قبل الاحتلال الأوروبى لجزر المحيط الهادى ، كان سكان جزره يعملون بالصيد البحرى والزراعة البدائية المتنقلة . وعلى الرغم من أنهم كانوا يستخدمون أدوات بسيطة عند قيامهم بهذه الحرفة الأخيرة ، إلا أنهم نجحوا فى تشييد التجمعات القروية التى تعتمد ذاتياً على منتجاتها المحلية : وقد عرف سكان الجزر الكبيرة المساحة زراعة الأرز ، وعلى الرغم من انتشار زراعة الكومار (Kumara) التى تمثل الغذاء الرئيسى للسكان) والساجو Sago palm واليام Yams (نباتات تشبه البطاطا الكبيرة الحجم) ، والتسارو Taro بجزر المحيط الهادى ، إلا أن اجوز النخيل Coconut palm الأهمىة الكبرى فى حياتهم الاقتصادية . وتمثل الكوبرا Copera (جوز الهند المبشور) أهم صادرات معظم جزر هذا المحيط . كما يعد « لبن جوز النخيل » المشروب الوحيد للسكان فوق الجزر المرجانية والتى نادراً ما تحتوى على مياه عذبة . ويستخدم زيت جوز النخيل فى أغراض متنوعة وأهمها الطهى ، بل وتستغل قشرته الخارجية كأوعية لطهى الطعام ، كما تستغل ألياف وزعف جوز النخيل فى صنع الجبال والحفائب والشباك والقبعات والملابس . وعلى ذلك تعد شجرة جوز النخيل عصب الحياة فى جزر المحيط الهادى .

وتعد مقومات الإنتاج الاقتصادى فوق الجزر المرجانية بالمحيط الهادى محدودة للغاية تبعاً لنقص التربة الجيرية وقلة المياه العذبة ، وتعرض هذه الجزر المنخفضة المنسوب لأمواج البحر العالية ، وقد يعمل السكان هنا بالصيد البحرى أو جمع الثمار إلى جانب قيامهم بالزراعة البدائية المتنقلة ، خاصة إذا ما توفرت التربة التى تكثر بها المواد العضوية الناتجة عن تجميع مخلفات

الطيور (جوانو) . ولكن بعد أن عبر ماجلان هذا المحيط عام ١٥٢١ م ، وبعد أن وصلت الهجرات الأوربية إلى مجميات هذه الجزر ، تغيرت ملامح الإنتاج الإقتصادي ، وعرفت الزراعة العالمية الواسعة ، وتحسنت عمليات الإستغلال المعدني لصخور جزر المحيط ، كما ظهرت في الأفق الدركى الأهمية الإستراتيجية لبعض هذه الجزر .

ومع ذلك فلم يكن هذا التغير في صالح السكان الأصليين لجزر هذا المحيط ، بل كان في مصلحة المهاجرين الجدد الذين عملوا على إستغلال المواد الأولية لتصديرها إلى المناطق الصناعية بأوربا وقد استعان الأوروبيون بالجنس الأصفر في بعض الأعمال الإنشائية والزراعية . ومن ثم ظهر التطلع والصراع بين الأجناس البشرية المختلفة . وكان على السكان الأصليين بالمحيط الهادى تقبل هذه الحياة الأوربية الجديدة ، ونسيان حياتهم البدائية الأولى وإغفالها ، وإن لم يستطيعوا التلاؤم مع الظروف الإجتماعية والإقتصادية للبيئة الجديدة ، كان مصيرهم العزلة أو الهلاك . وعلى ذلك قضى على أعداد كبيرة من السكان الأصليين ببعض جزر المحيط الهادى مثل سكان تسمانيا ، وسكان أستراليا الأصليين ، بينما قبل بعضهم هذه الحياة الأوربية أو الأمريكية الجديدة مرغمين ، وذلك مثل سكان فيجي وهاواى .

وكما سبق الذكر ، فإن للمسطحات المائية الهامشية الواقعة بحدود السواحل الشرقية والغربية للمحيط الهادى فى الآونة الحديثة أهمية إقتصادية عظيمة . فمن المعلوم أن أعظم مناطق الصيد البحرى فى العالم كانت تتمثل فى المحيط الأطلنسى الشمالى وبحياه جزر اليابان . وتبعاً لعمليات الصيد غير المنظمة فى بحر الشمال ، ومياه الجرانديانك ، ونيوفوندىلاند تحولت مناطق الصيد العظمى تدريجياً إلى المحيط الهادى . ومن ثم أصبحت مياه خليج

السكوا ومياه ساحل يرو والمياه الإقليمية لجزر اليابان أعظم مناطق الصيد البحري في العالم . وقد عثرت الولايات المتحدة الأمريكية على إستغلال المعادن المختلفة بقاع المحيط ، وإهتمت بإجراء البحوث العلمية حتى يمكن إستخراج هذه المعادن وإستغلالها إقتصادياً . وقد أثبتت نتائج الدراسات الجيولوجية أن قاع المحيط تنتشر فوقه مجموعات متنوعة من هذه المعادن الهامة (النيكل - الحديد - والكوارتز - والفلسبار - والمنجنيز) . وقد تمت عمليات المسح السيسموجرافي للنصف الجنوبي لقاع المحيط الهادي ، ويوضح شكل ١١٠ ، التوزيع الجغرافي للفلسبار ومشتقاته الأخرى فوق قاع المحيط الهادي .



ساندين - أغرونولاز
الميوكلز - إندسين
إندسين - لجرادوريت
بيتونيت - أغورثيت

(شكل ١١٠) توزيع المناطق الرئيسية لوجود الفلسبار فوق قاع المحيط الهادي .

وقد أكدت الدراسات الجيولوجية (التي أعتمدت على فحص العصور الفوتوغرافية الخاصة بالأعماق البعيدة) ، وجود مجموعات هائلة من العقد المنجنيزية فوق قاع المحيط الهادي بالأعماق البعيدة (أبعد من ١٠٠٠٠ قدم -

لوجة ٢٤). وعلى ذلك يحسن أن نشر إشارة مريضة إلا مدى إستغلال
جزر المحيط الهادى وقاعه فى عمليات التعدين فى الوقت الحاضر .

الانتاج المعدنى

أكدت نتائج الدراسات الجيولوجية وجود مجموعات مختلفة من المعادن
بجزر المحيط الهادى ، وفوق قاعه . والتي يمكن استغلالها (بل ويستغل
بعضها فى الوقت الحاضر) استغلالا اقتصادياً ، فتنتشر الرواسب والمروق
المعدنية فى الصخور القارية خاصة قارة أستراليا ، وجزر اندونيسيا ، والفلبين
ونيوزيلند ، ونيوغيانيا : كما يوجد الفحم فى أستراليا ، وعثر على خزانات
البتروى فى صخور جزر بورنيو ، وجاوه وسومطره .

ويعد معدن الفوسفات ، المعدن الوحيد الذى يستغل فوق بعض الجزر
المرجانية الناشئة استغلالا اقتصادياً . ويتكون صخر الفوسفات هنا تبعاً
لتداخل الجير المستخلص من الصخور المرجانية ، وأكسيد الفوسفوريك ،
ويستخدم كمهاد هام لتحسين نسيج التربة فوق الأجزاء السهلية من الجزر .
ويتمثل أهم مراكز إنتاج الفوسفات فى جزر نوارو Nauru وأوشن Oean
وكرسماس Christmas ، وبلغت كمية إنتاج هذه الجزر الأخيرة عام ١٩٦٠ ،
بنحو ١٠ ٪ من الإنتاج العالمى الذى بلغ نحو ٢٨ مليون طن . كما يوجد فوق
بعض هذه الجزر كميات هائلة من الأسمدة الطبيعية الناتجة تبعاً لتجمع مخلفات
الطيور البحرية المهاجرة . وقد تظهر هذه الرواسب على شكل فرشاة هائلة
من الرواسب تغطى أسطح الجزر ، وتعرف محلياً باسم جوانو guano ^(١) .

(١) اسم « جوانو » أسيانى الأصل ، ويطلق على مثل هذه الأسمدة العضوية بأمرىكا

الجنوبية اسم هوانو Huano

وحيث تستخدم هذه الرواسب كسمدة طبيعية تستغل في تخصيب التربة وضمت الولايات المتحدة الأمريكية يدها على نحو سبعين جزيرة صغيرة المساحة بالمحيط الهادى فى الفترة من عام ١٨٦٨ - ١٨٨٠ ، لاستغلالها كمصدر هام للسماد الطبيعى (جوانو) .

التجارة والنقل فى المحيط الهادى

نكاد نقتصر معظم المواد والسلع التجارية التى تنقل عبر المحيط الهادى على أساس تلك السلع التى تتبادل بين الجانبين الشرقى والغربى للمحيط . ومن ثم يعد جزء كبير من هذه التجارة عبارة عن تجارة عابره أو إنتقالية بين القارات التى تقع على جانبي المحيط Inter-continental Trade . ولا تساهم التجارة المحيطية (Oceanic Trade) أى تبادل السلع التجارية بين الجزر المختلفة بالمحيط إلا بجزء بسيط جداً من حجم هذه التجارة . وكان لموقع الولايات المتحدة على الجانب الشرقى للمحيط ، وموقع اليابان وجزر الهند الشرقية وأستراليا على الجانب الغربى منه ، أثره الكبير فى إزدهار حركة النقل والتجارة عبر هذا المحيط (١) .

التجارة بين القارات التى تقع على جانبي المحيط الهادى

Inter-continental Trade

تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية محور الارتكاز التجارى الهام فى هذا المحيط . ويعزى ذلك لعظم إنتاجها وتنوعه ، ثم ضرورة تصريف هذه

(١) حسن أبو المينين ، « آسيا الموسمية ، وعالم المحيط الهادى » بيروت - ١٩٦٧ .

الطبعة الثالثة ١٩٧٦ .

المنتجات من ناحية ، واستيراد بعض المواد الخام اللازمة لصناعاتها من ناحية أخرى . أما على طول السواحل الغربية للمحيط الهادئ ، فهناك دولتان صناعيتان هامتان ، وهما اليابان وأستراليا . ويعتمد الإنتاج الصناعي في اليابان على أساس رخص الأيدي العاملة ، ولكن تحتاج الصناعة اليابانية إلى ضرورة توفير المواد الخام واللازم إستيرادها من الدول الأخرى المجاورة لها . أما بالنسبة للإنتاج الصناعي بأستراليا فمن السهل أن تتوفر له المواد الأولية . ولكن يلزمه في نفس الوقت الأيدي العاملة الرخيصة والأسواق الكبرى لتصريف الإنتاج .

وتتمثل أهم المنتجات التي تصدرها الولايات المتحدة إلى دول المحيط الهادئ فيما يلي : -

- أ - العربات والسيارات والجرارات .
- ب - الآلات الميكانيكية ، والأدوات الكهربائية وتلك اللازمة للصناعات المختلفة .

هنا تخلص أهم الموارد التي تستوردها فيما يلي : -

- أ - المواد الأولية الخام من المناطق الزراعية المدارية والإستوائية .
- ب - بعض المواد الخام المعدنية ، والتي لا تنتج بكميات كبيرة بالولايات المتحدة الأمريكية ، حتى يمكن سد حاجة الصناعات الأمريكية من هذه المواد .

وتعد المواد الأولية الآسيوية هامة جداً بالنسبة للصناعات الأمريكية . وقد قدر أن من كل ١٠٠ سلعة تستوردها الولايات المتحدة الأمريكية من الخارج

المحور ٣٥ سلعة منها تستورد من شرق آسيا وأن نحو ٣٣ سلعة من هذه السلع المستوردة من شرق آسيا ، تعد مواداً أساسية للصناعات الأمريكية (١) .
 وحيث يتركز النطاق الصناعى الأمريكى العظيم بالجزء الشمالى الشرقى بالولايات المتحدة الأمريكية ، فينتقل جزء كبير من هذه التجارة عبر قناة بنما ، ومنها : شمالاً إلى النطاق الصناعى العظيم . أما تلك المواد التى تستوردها الولايات المتحدة الأمريكية من جزر إندونيسيا والملايو ، فهذه تصل إليها عن طريق المحيط الهندي ، وقناة السويس والمحيط الأطلسى حتى يسهل تصريفها بالأجزاء الصناعية من النطاق الصناعى العظيم فى شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية .

كندا : تشابه كندا ، الولايات المتحدة الأمريكية من حيث عظم إنتاجها الصناعى ، وإرتفاع مستوى المعيشة فيها تبعاً لارتفاع الدخل السنوي لأفراد شعبها . وكان من الضروري أن تبحث كندا عن أسواق خارجية كبرى إلى جانب أسواقها الداخلية المحلية حتى يتيسر لها تصريف منتجاتها الزراعية والصناعية : ويلزم للصناعة الكندية كذلك إستيراد بعض المواد الأولية ، والى أهمها الحديد الخام ، وبعض المواد المعدنية الأخرى ، وبعض المواد الغذائية .

دول أمريكا الجنوبية : - تشترك هذه الدول بجزء ضئيل من هذه التجارة القارية عبر المحيط الهادئ . وتقوم دول أمريكا الجنوبية بتصدير الترات

1 - Gunther, Stein , (American Business with East Asia) U. S. Paper No. 3 10th Conference of the Institute of Pacific Relations, New York, 1947,

والنحاس وخام الحديد، حيث تنقل هذه المواد عبر طريق قناة بنما ومنها إلى السواحل الشرقية لأمريكا الشمالية، بينما ينقل بعضها الآخر عبر المحيط الأطلسي مباشرة ومنه إلى الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا. ونادراً ما تعبر هذه البضائع المحيط الهادئ إلى سواحل آسيا الشرقية أو أستراليا.

الصين الشعبية : - كانت حجم التجارة الخارجية للصين الشعبية فيما قبل الحرب العالمية الثانية صغيرة جداً بالنسبة لمواردها الطبيعية وعدد سكانها . وأن نحو ٨٠ ٪ من الأيدي العاملة فيها كانوا يشتغلون بالزراعة ومن ثم تعد قدرتهم الشرائية محدودة جداً . وقد اعتادت الصين الشعبية خلال فترات ما قبل الحرب العالمية الأخيرة استيراد الأرز والسكر والمنسوجات القطنية والبتروول والحديد والصلب والأدوات الميكانيكية والسفن . أما صادراتها فكانت تتمثل في بعض المنتجات الزراعية ، والحبر ، والزيت ، وفول الصويا . وخلال هذه الفترة كانت الولايات المتحدة الأمريكية تصدر إلى الصين الشعبية ما يقرب من ٢٠ ٪ من حجم واردات الأخيرة ، وتستورد في نفس الوقت أكثر من ٢٠ ٪ من حجم صادرات الصين الشعبية . وقرب انتهاء الحرب العالمية ازداد حجم التبادل التجاري بين الصين الشعبية والولايات المتحدة الأمريكية حتى أصبحت الأخيرة تصدر إلى الصين نحو نصف ما تستورده الصين . وبمجيء عام ١٩٤٩ أضحلت العلاقات التجارية بين البلدين ، وما زالت كذلك حتى الوقت الحاضر تبعاً للظروف السياسية الجديدة ، وتحول الصين إلى بلد شيوعية .

هونغ كونج : تعتبر هونغ كونج الواقعة أمام ساحل مدينة كانتون الصينية مستعمرة بريطانية وخلال فترات الاستقرار السياسي وجدت التجارة

في هونج كونج ظروفًا مناسبة لتقدمها ، وإزدهارها أكثر من تلك التي واجهتها الصين نفسها . وتعد هونج كونج إحدى الموانئ العالمية الهامة ، ذلك لأنها تستقبل السفن المنجبة شمالاً إلى الصين واليابان ، وملك الآتية من الشمال ومنجبة جنوباً وغرباً نحو الهند ودول أوروبا .

اليابان : قبل الحرب العالمية الثانية بنحو ٧٥ عاماً ، استطاعت اليابان أن تحول إقتصادها من الإنتاج الزراعي (الذي كان يكفي حاجتها الذاتية) إلى الإنتاج الصناعي ، وأن توجه عنايتها الكبرى إلى التجارة الدولية .

وحيث يتمثل في اليابان قليل من الخامات المعدنية اللازمة للصناعة ، لذا إعتدت الصناعة على دقة صنعها ورخص ثمنها تبعاً لرخص الأيدي العاملة . وكان الحرير الطبيعي من أهم المنتجات اليابانية التي تعتمد على الخامات المحلية ومن ثم كانت المنسوجات الحريرية خلال هذه الفترة من الزمن تمثل نحو ٢٠٪ من صادراتها . وقد كانت اليابان تصدر الشاي كذلك ، إلى جانب بعض المنتجات المصنوعة ، والتي تعتمد على الخامات الأولية المستوردة . ومن بين هذه المصنوعات الأخيرة ، الملابس القطنية والرايون Rayon ، والمنسوجات الصوفية ، والمصنوعات المعدنية ، والمصنوعات الخشبية . وأهم الخامات التي كانت تستوردها اليابان خلال هذه الفترة تتمثل في الأسمدة ، والمعادن ، والحديد الخام ، والحديد المخردة أو المستعمل Scrap iron ومواد الوقود اللازمة للصناعة .

وخلال فترة ما قبل الحرب العالمية الأولى ، كانت الولايات المتحدة الأمريكية ، والصين ، والهند تمثل أعظم الدول المصدرة لليابان ، كما كانت تمثل كذلك الأسواق الرئيسية لتصرف المنتجات الصناعية اليابانية . وكانت

الولايات المتحدة الأمريكية تصدر إلى اليابان نحو ١/٢ حجم ما تستورده الأخيرة ، بينما تصدر الصين إليها نحو ١/٢ وارداتها وتصدر الهند إليها كذلك نحو ١/٢ حجم الواردات اليابانية . بينما كانت اليابان تصدر إلى الولايات المتحدة الأمريكية نحو ١/٢ حجم وارداتها وإلى الصين نحو ١/٢ حجم وارداتها وإلى الهند نحو ١/٢ حجم وارداتها كذلك . ومن ثم أنشأت اليابان أسطولاً تجارياً عظيماً ليعمل على تسهيل حركة نقل السلع التجارية عبر المحيط الهادئ .

وقد تأثرت التجارة اليابانية خلال الحرب العالمية الثانية ، وأصبحت بأضرار بالغة ، حيث تدمر الكثير من المصانع ، ودمرت معظم قطع الأسطول التجاري ، ومن ثم انقطعت الشبكة التجارية العظمى التي كانت تربط أجزاء المحيط الهادئ . وبانتهاء الحرب العالمية الثانية وضع الإقتصاد الياباني تحت اشراف دول الحلفاء التي كتب لها نصر الحرب ، وسيطرت الولايات المتحدة الأمريكية على الموارد الإقتصادية اليابانية . ولكن في الوقت الحاضر استطاعت الصناعة اليابانية أن تقف على قدميها من جديد ، وأن تسترد سمعتها العالمية ، وبانت تنافس اليوم أعظم الدول إنتاجاً للأدوات الكهربائية والمنتجات الصناعية الدقيقة والثقيلة على السواء .

الفلبين : تحتل الفلبين مركزاً خاصاً في تجارة المحيط الهادئ وتبعاً لأعظم نفوذ الولايات المتحدة الأمريكية بها ، فإن إنتاجها الزراعي والصناعي أصبح يخطط اليوم وفقاً لما تحتاج إليه الأسواق الأمريكية . وتمثل السلع الزراعية المدارية أهم صادرات الفلبين . ومن بين هذه الغلات جوز الهند ، والأباك (Abaca (hemp ، والطباق و بينما تتركز أهم وارداتها في الأرز .

والقمح ومنتجات الألبان الى جانب استيرادها لللات الميكانيكية، والأدوات
الكهربائية والسيارات .

ماليزيا وجزر الهند الشرقية : — يعتبر هذا الإقليم من أهم المناطق التي
تؤثر في كيان التجارة الدولية ذلك لأنها تمثل المصدر الرئيسي لأنواع متعددة
من المواد الزراعية والتعدينية الأولية ، والتي تعتمد عليها الصناعات الأوربية
والأمريكية . فتكاد تعتمد أجزاء العالم على ما يقدمه هذا الإقليم من المطاط
الطبيعى ، والقصدير . كما ينتج في هذا الإقليم كذلك السكر ، والبن ،
والشاي ، والأرز ، والتوابل ، والكابوك Kapok والكوبرا Copra ،
هذا إلى جانب إنتاج زيت البترول وبعض المواد المعدنية . وتعتبر ميناء
سنغافورة Singapore مركزاً تجارياً عالمياً يرتبط بشمال غرب أوروبا عن طريق
قناة السويس من ناحية ، وبالولايات المتحدة الأمريكية عن طريق قناة بنما
من ناحية أخرى .

أستراليا ونيوزيلند : بعد اكتشاف هذه المناطق الجديدة هرعن إليها
الوفود الأوربية المهاجرة ، وخاصة من إنجلترا وأيرلندة وهولندة . وقد عمل
سكان أستراليا ونيوزيلند (بما إكتسبوه من خبرات في الزراعة وأعمال الرعى
التجارى والصناعة بالعالم القديم) على استغلال الموارد الاقتصادية بهذه
الأراضى البكر تبعاً للأساليب العلمية الحديثة . وحيث إن أستراليا ونيوزيلند
يمثلان ركناً رئيسياً هاماً من إتحاد دول الكومنولث Common wealth ،
لذا فقد إتجهت تجارتها صوب المملكة المتحدة خاصة وبقية دول الكومنولث
عامة ، ومن ثم يمثل الطريق التجارى الملاحى عبر المحيط الهندى وقناة
السويس والمحيط الأطلسى ، الطريق الرئيسى الذى تنساب عليه صادرات
هاتين الدولتين وواردتهما .

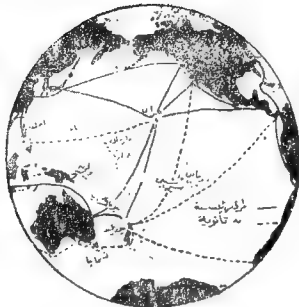
طرق الملاحة البحرية في المحيط الهادى

تبعاً لعظم مساحة المسطحات المائية بالمحيط الهادى ، وقلة مساحة جزره المتناثرة ، بالإضافة إلى ضعف القوى الشرائية للسكان ، تقل حجم التجارة التى تنقل عبر هذا المحيط عن تلك التى تتمثل بالمحيط الأطلسى. هذا على الرغم من أن طرق الملاحة البحرية فى هذا المحيط ، تربط بين حضارتين مختلفتين ، الأولى فى شرق المحيط وتتمثل فى الحضارة الأمريكية الحديثة ، والثانية على الجانب الغربى من المحيط ، وتتمثل فى الحضارة اليابانية والصينية القديمة . ومن ثم كان لا بد من تدعيم الروابط بينهما وأن يستفيد كل منهما من الآخر . وتتركز أهم الطرق الملاحية البحرية بالمحيط الهادى فى طريقين رئيسيين هما -

(١) الطريق الملاحي البحرى بالمحيط الهادى الشمالى :

ويمتد هذا الطريق على الجانب الشمالى الشرقى للمحيط الهادى ويربط بين الموانئ الهامة التى تقع على الساحل الشمالى الغربى لأمرىكا الشمالية (مثل سان فرانسيسكو ، وسيتل ، وفانكوفر ، وأنكورايج Anchorage) ، ثم يتجه الطريق غرباً مجاوراً لجزر ألوشيان إلى أن يصل إلى الجزر اليابانية (ميناء يوكوهاما - طوكيو) وبهذه ينحرف جنوباً حتى ينتهى عند ميناء مانيلا بجزر الفلبين . (شكل ١١١) .

وقد كان نتيجة لعظم حجم التجارة التى تنقل عبر هذا الطريق ، وقيمتها الكبرى (خاصة فيما قبل الحرب العالمية الثانية) أن أصبح ميناء يوكوهاما رابع ميناء فى العالم من حيث أهميته ومساحة الميناء البحرى الخاص به . أما



(كل ١١١) الطرق لللاحيه البحريه بالحيط الهادى .

ميناء كوب (باليابان) فقد كان يمثل ثالث ميناء في العالم من حيث حجم السلع التجارية التي تفر إليه وتصدر منه . ومن بين الموانئ الهامة التي تقع على طول إمتداد هذا الطريق على الجانب الأسيوى ، شنغهاي Shanghai ، وهونج كونج Hong Kong ، ومايلا .

وبلاحظ أنه من الأفضل بالنسبة للسفن التجارية التي تهرقناة بنما ، والتي تحمل البضائع ، والسلع التجارية من الأمريكتين متجهة إلى السواحل الشرقية لآسيا ، أن تتبع هذا الطريق السابق دون أن تتجه مباشرة إلى جزر هاواي لما يلي :-

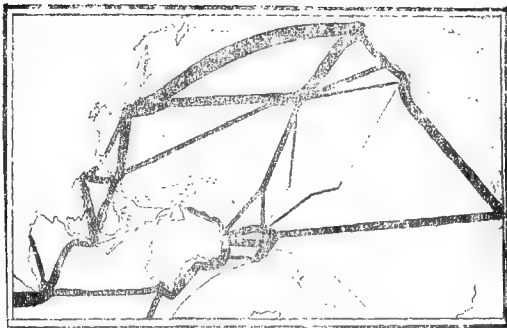
- ١ - بعد هذا الطريق الشالى أقصر من طرق هاواي بنحو ٢٧٠ ميل .
- ٢ - كثرة الموانئ البحرية على طول الساحل الغربى لأمريكا الشماليه ، مما يساهم في زيادة تبادل السلع التجارية ، وسهولة إتصال البواخر بهذه الموانئ إذا ما تعرضت لأي خلل أو عقبات .

(ب) طريق جزر هاواي

يعد طريق جزر هاواي الذي يربط بين الساحل الغربي لأمريكا الشمالية وجنوب شرق آسيا وأستراليا ، أهم الطرق الملاحية التجارية بالمحيط الهادئ . وتفضل البواخر هذا الطريق الملاحى الطويل خاصة في فصل الشتاء الشالى لتفادى الأخطار الناشئة عن الأمواج العالية والإنخفاضات الجوية الكبرى بمياه بحر ألوشيان . وإذا ما قدرنا جملة حولة التجارة التي تعبر جزر هاواي والتي تقف إليه من نيوزيلند وأستراليا والفلبين واليابان متجهة إلى الولايات المتحدة الأمريكية لتبين أن هذه الجزر أعظم مركز تجارى في قلب هذا المحيط الشاسع . ومن ثم أصبح ميناء هونولولو Honolulu ، أشهر ميناء في العالم ، حيث يتصل لاسلكيا بمعظم البواخر التي تعبر المحيط الهادئ ولكن ليس معنى ذلك أن ميناء هونولولو يعد أضخم ميناء في المحيط الهادئ ، فضلا عن أنه محطة تموين رئيسية ، ذلك لأن معظم هذه السلع التجارية لا تنزل إلى أرض الجزيرة بل هي سلع عابرة لهذا الميناء . (شكل ١١٢) .

طرق الملاحة الجوية فوق المحيط الهادئ

نحسنت طرق الملاحة الجوية فوق المحيط الهادئ منذ عام ١٩٣٥ ، وبعد أن أصبح في الإمكان صناعة الطائرات القوية التي يمكن لها عبور هذا المحيط ، وأن تقطع المسافات الطويلة في فترة محدودة . وكانت طائرات « كليبر » Clipper Seaplanes ، والتي يمكنها أن تحمل وقوداً يكفي لأن تقطع به أكثر من ٢٠٠٠ ميل دون الهبوط بأى مطار جوى ، أهم الطائرات التي ابتكرت خلال هذه المرحلة الأولى من عصر الطيران ، ولكن بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية إهتتمت الدول التي سيطرت على جزر هذا المحيط بإنشاء



(شكل ١١٢) انسياب السلع التجارية عبر أجزاء المحيط الهادى

المطارات الجوية ، حتى تهبط بها الطائرات ، وتزود بما يلزمها من وقود و مواد غذائية . وأنشأت الولايات المتحدة الأمريكية مطار ميدواى فوق جزر هاواى والذي يعد أكبر المطارات الجوية بالمحيط الهادى . وتتلخص أهم الطرق الجوية التى تعبر هذا المحيط فيما يلى : —

١ — الطريق من سان فرنيسكو على الساحل الغربى للولايات المتحدة الأمريكية إلى مانيتا بالقلبين ، وتهبط الطائرات فى ميدواى (جزيرة هونولولو) ، وويك Wakē ، وجوام Guam . ومن مانيتا يتفرع طريق ثانوى إلى اليابان .

٢ — الطريق من سان فرنيسكو ، وسيتيسل إلى سدنى باستراليا ، وتهبط الطائرات فى هاواى ، وفيجي ، ونواميا Noumea ، ونيو كاليدونيا .

- ٣ . الطريق الشمالى الدائرى الذى يمتد من مدن الساحل الغربى لأمريكا الشمالية إلى جزيرة آتو (جزر ألوشيان) ومنها إلى طوكيو (اليابان) .
- ٤ - طرق ثانوية فرعية ، مثل الطريق من فيجي إلى نيوزيلند ، ومن هاواى إلى مريانا ، والطريق من مريانا إلى بونين . (شكل ١١٣) .



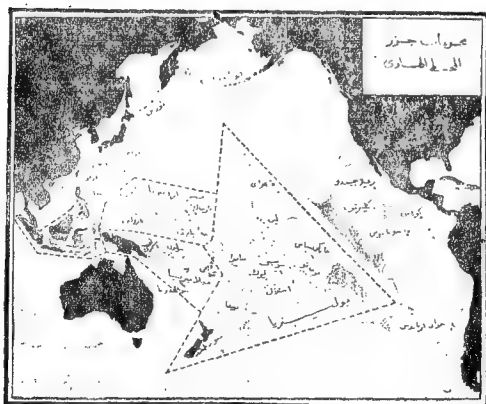
(شكل ١١٣) الطرق الملاحية البوابة بالبحر الهادى .

الأهمية الاستراتيجية والتنافس الاستعمارى لجزر المحيط الهادى

منذ بداية الإستعمار الإسباني لبعض جزر المحيط الهادى فى القرن الخامس عشر وتكوين مستعمرة مريانا الإسبانية عام ١٥٦٤ م ، اهتمت الدول الأوربية الأخرى بوضع يدها على بعض مجموعات جزر هذا المحيط . تبعاً لأهميتها الاقتصادية أو تبعاً لأهميتها الاستراتيجية . وعلى ذلك فإن كل الحدود السياسية التى تفصل بين مجموعات جزر المحيط الهادى ما هي الا حدوداً صناعية

شكلتها إطماع الدول الاستعمارية صاحبة النفوذ والقوة . ومن ثم نجد أن بعض الجزر التابعة لإدارة واحدة قد تبعد عن بعضها البعض بمئات من الأميال كما قد تحكم أكثر من قوة كبرى ، جزيرة صغيرة واحدة ، كما هو الحال بالنسبة لجزيرة نواروا Nauru الصغيرة المساحة والتي تخضع لإشراف بريطانيا وأستراليا ، ونيوزيلند .

وتخضع معظم جزر المحيط الهادئ (فيما عدا بعض الدول المستقلة التي تقع على جانبي المحيط) تحت حماية الدول الكبرى التي قد تقع أراضيها على سواحلها مثل الولايات المتحدة الأمريكية ، وشيلي ، والمكسيك ، وأستراليا ، ونيوزيلند ، والاتحاد السوفيتي أو تلك التي تبعد آلاف الأميال عن المحيط مثل بريطانيا ، وفرنسا ، وهولند . (شكل ١١٤) .



(شكل ١١٤) مجموعات جزر المحيط الهادئ .

وفي القرن السابع عشر والثامن عشر ، تمكن بعض الرابطة وصيادي
الحيتان والبحارة الأوربيين ، من أن يوزنوا على بعض الجزر الصغيرة
بالمحيط الهادئ . ولم يجد هؤلاء من يطارسهم أو يبعد من نفوذهم . ١٠٠٠
الطريف أن ألمانيا لم توافق على وضع حائتها على جزر فيجي عام ١٨٧٢ ،
كما رفضت بريطانيا الإشراف على جزر ساموا عام ١٨٧٧ . ولكن فيما بعد
عام ١٩٠٠ أخذت الدول الكبرى تسمى لوضع يدها على بعض جزر المحيط
الهادئ لما يلي :-

- ١ - أهميتها كمصدر هام للسماد الطبيعي Guano .
- ٢ - استغلال ما قد تحتويه صخورها من مواد معدنية مثل الفوسفات
والنترات والمنجنيز .
- ٣ - يمثل بعضها محطات رئيسية للكابلات التلغرافية الممتدة فوق قاع
المحيط .
- ٤ - أهمية بعض هذه الجزر في النقل الجوي ، والبحري ، وكونها
محطات تموين رئيسية لخدمة السفن والطائرات .
- ٥ - الأهمية الاستراتيجية لبعض هذه الجزر تبعاً لمواقعها الجغرافية
المتنازة .

وقد وضعت الولايات المتحدة الأمريكية يدها على بعض جزر المحيط
الهادئ . فقد استولت على هايدواي عام ١٨٦٧ ، ثم بقية جزر هاواي عام
١٨٩٨ . وفي نفس هذا العام استولت على جزر ويك Wake ، وساموا
الأمريكية American Samoa ، كما وضعت يدها على الممتلكات الإسبانية في
هذا المحيط واغتنتم بذلك جزر الفلبين وجوام . كما أعادت الولايات المتحدة

الأمريكية حق إمتلاكها لبعض الجزر الصغيرة المساحة، القليلة السكان، إلا أنها
محطات تموينية هامة للملاحة الجوية والملاحة البحرية في المحيط الهادى ومن أمثلة
هذه الجزر: كنجمان Kingman ، وباليرا Palmyra ، ويكر Baker ، وهولند
Howland وجارفيز Jarvis

وتعد جزر هاواى البوابة الغربية لأرض الولايات المتحدة الأمريكية ،
فعلى الرغم من أنها تبعد عن الساحل الغربى لأمريكا الشمالية بنحو ٢٠٠٠ ميل
إلا أنها تعد الموقع الأول الذى قد تصل إليه قوات أعداء الولايات المتحدة
الأمريكية من الجانب الغربى ، سواء أكان وصولهم عن طريق البحر أو الجو
ومن ثم اهتمت الولايات المتحدة الأمريكية ببسط نفوذها على هذه الجزر ،
وجعلها مركزاً حرياً كبيراً ، بالإضافة إلى جانب استخدامها كمحطة لتجوين
الطائرات والسفن بما يلزمها من وقود ومواد تموينية .

وحاولت اليابان الإستيلاء على مجموعات جزر المحيط الهادى منذ القرن
التاسع عشر ، ونجحت فى بسط نفوذها على بعض مجموعات هذه الجزر التى
تقع إلى الشمال من الدائرة الإستوائية والتى كانت تابعة لألمانيا من قبل ، مثل
جزر كارولين Carolines ، ومريانا Marianas ، ومارشال Marshalls .

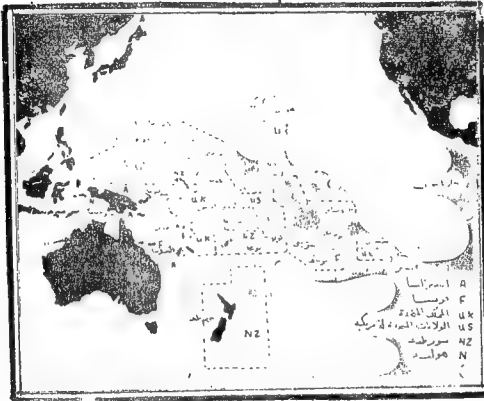
ولمساعدة عمليات القوات البحرية والقوات الجوية الأمريكية ، أنشأت
الولايات المتحدة الأمريكية (فيما بين الحربين الأولى والثانية) فوق جزيره
هونولولو أعظم ميناء جويّاً بالمحيط الهادى (ميناء أو مطار ميدواى) ، كما
زودت الجزيرة بميناء بحرى كبير ، وقاعدة عسكرية عرفت باسم قاعدة بيرل
هاربر Pearl Harbour . وتقع هذه القاعدة العسكرية فى موقع يتوسط كل
من قاعدة داتش هاربر Dutch Harbour بجزر ألوشيان فى الشمال وقاعدة
باجو باجو Pago Pago بقرب ساموا Samoa فى الجنوب .

ولم يتمكن اليابانيون من إنشاء مثل هذه القواعد الحربية ذات الواقع الإستراتيجية الهامة ، ذلك لأنهم لم يتربوا إلا على بعض جزر المحيط الهادئ المرجانية النشأة ، المنخفضة المنسوب والمكشوفة السطح . وكانت أهم قواعدهم الحربية تتمثل في جزيرة ترك Truk (إحدى جزر كارولين) .

ومن ثم رأت اليابان أنه لا بد من الإستيلاء على بعض القواعد الحربية الأمريكية بالمحيط الهادئ . وقام السلاح الجوي الياباني في ديسمبر عام ١٩٤١ بهجوم مفاجئ على ميناء بيرل هابر (حيث كان الأسطول الأمريكي متجمعاً فيه) وألحق به خسائراً جسيمة . ثم ظهرت أطماع اليابان واضحة بعد استيلائها على بعض جزر ميكرونيزيا ، وميلانيزيا ، وأخذت تعد العدة لغزو أستراليا ونيوزيلندا . ولكن نظراً لتوزيع القوى العسكرية اليابانية في مواقع متعددة ، يفصل بينها مساحات مائية كبيرة ، تشتت قوى الجيش الياباني ، وكان من السهل على قوات الحلفاء قطع خطوط التموين الرئيسية لقوات الجيش الياباني . وهكذا منيت اليابان بهزائم عنيفة ، خاصة في معركة ميدواي ومعركة جراد لكانال في نوفمبر عام ١٩٤٢ ، ومن ثم استولت الولايات المتحدة الأمريكية على الممتلكات اليابانية في المحيط الهادئ .

وإذا كان النصف الشمالي من المحيط الهادئ يحد بحيرة أمريكية فإن النصف الجنوبي منه يخضع عامة للنفوذ البريطاني . فتشرف أستراليا على مجموعات الجزر الواقعة إلى الشمال من ساحلها الشمالي . كما تشرف نيوزيلندا وبريطانيا على بعض الجزر التي تقع إلى الشمال الشرقي من جزر فيجي ، مثل مجموعة جزر تونجا . (شكل ١١٥) . وتعد جزر سولون ، وجيلبرت ، وأليس ، وبيتيرن وبعض الجزر المرجانية لمجموعة جزر لين Line Islands ، وفيونوكس Phoenix مستعمرات بريطانية .

وتشترك معظم مجموعات الجزر التي تقع تحت إشراف بريطانيا. ونيوزيلند وأستراليا ، في مجموعة دول الكومنولث . وترتبط فيما بينها بعلاقات تجارية وسياسية . بينما يمثل النفوذ الفرنسي في الجانب الجنوبي الشرقي من بولينيزيا (شكل ١١٠) ، فيما بين ممتلكات بريطانيا شرقا ، وممتلكات نيوزيلند غربا . ومن بين الحميات الفرنسية كل من جزر مار كوبياس ، ونورمانو ، وسوسيق وتوبائي ، هذا إلى جانب مجموعة جزر نيوكاليدونيا وشسترفيلد التي تقع



(شكل ١١٠) التباين الاستعماري في المحيط الهادي .

في بحر كورال . ويشبع شيلي جزر جوان فرناند Juan Fernande وسانت فيليكس St. Felix .

وبانتهاء الحرب العالمية الثانية ، برزت في الأفق الدولي ، أهمية مواقع
جزر المحيط الهادى من الناحية الإستراتيجية . وقسمت الممتلكات اليابانية
بالمحيط الهادى بين دول الحلفاء التى كتب لها نصر الحرب العالمية الأخيرة .
وأُسفت الولايات المتحدة الأمريكية كثيراً على عدم حوزتها لقوس جزر
ألوشيان الذى كان من نصيب حليفها ، الاتحاد السوفيتى ، (سبق أن اشترت
الولايات المتحدة الأمريكية ألسكا بما فيها قوس جزر ألوشيان من الاتحاد
السوفيتى عام ١٨٦٧) . وعملت الدول الكبرى (الولايات المتحدة الأمريكية
- بريطانيا - الاتحاد السوفيتى - فرنسا - أستراليا - نيوزيلند) على تعزيز
المواقع الحربية والإستراتيجية التى تخضع تحت إشرافها ، وتأمين مصالحها
التجارية والسياسية فى أجزاء هذا المحيط الشاسع الإمتداد .

الفصل العشرون

أهمية علوم البحار والمحيطات في الحياة العملية

على الرغم من أنه قد جرى العرف على تقسيم سطح هذا الكوكب إلى أرض يابسة محدودة الأبعاد ، ومسطحات مائية عظيمة الإمتداد ، إلا أن الظروف المناخية وما يترتب عليها من تنوع في الحياة النباتية والحيوانية وطبيعة النشاط الإقتصادي فوق أجزاء اليابس ، تتأثر إلى حد كبير بما يجري فوق المسطحات المائية ، فقد لاحظ الكتاب منذ القدم العلاقة بين التوزيع الجغرافي للمسطحات المائية وكية الأمطار الساقطة فوق سطح الأرض . فقد تبين أن المسطحات المائية وخاصة في العروض المدارية تتعرض لسقوط الأشعة الشمسية القوية ، ومن ثم يمتص كمية المتبخر من المياه على شكل غازات وأبخرة تصعد إلى طبقات الجو العليا ، وتسبح وتنقل من مكان إلى آخر في مواقعها الجديدة ، إلى أن تنخفض درجة حرارتها وتعرض للتكاثف ، وتسقط من جديد على شكل أمطار وتلوج تغذي أنهار وبحيرات الأرض اليابسة من ناحية وتشكل طبيعة الظروف المناخية لأقاليم اليابس من ناحية أخرى . وفي النهاية تعود هذه المياه ثانية إلى الخزانات العظمى ، ألا وهي البحار والمحيطات ، عن طريق التصريف النهري والتلاجات الجليدية . وعرفت هذه الدورة العامة باسم الدورة الهيدرولوجية Hydrological Cycle .

وكما سبق الذكر بأن مياه البحر في حركة مستمرة ، وتعمل الرياح على

تكوين أمواج البحر وتشكيل اتجاهاتها ، كما تساهم في تشكيل مسالك التيارات البحرية السطحية ، وحدوث حركات التذبذب الرأسية بياض البحر .

ومن ثم قد تتكون بياض البحار الأمواج العالية ، مثل أمواج التسامي Tsunami Waves ، والتي تؤثر بدورها على سلامة حركة الملاحة البحرية من ناحية ، وتآكل صخور شاطئ البحر ، وإنهيار المساكن المجاورة لهذا الشاطئ . من ناحية أخرى . كما تعمل التيارات البحرية (الدفيئة منها والباردة) . على تشكيل الخصائص الطبيعية العامة للهواء الملاصق للسواحل التي تمر بمجوارها .

ويتأثر مناخ القارات كذلك بطبيعة الهواء الملاصق لسطح المياه المجاورة له ، بل والبعيدة عنه كذلك . فمن المعلوم بأنه يتكون فوق المياه السطحية للبحار بالعروض المختلفة كتل هوائية ذات خصائص طبيعية متنوعة . فقد تتألف بعض هذه الكتل من هواء قطبي بارد ، بينما يتألف بعضها الآخر من هواء مداري حار . ومن ثم عند تحرك هذه الكتل الهوائية من فوق المسطحات المائية إلى اليابس المجاور سرعان ما يتشكل الهواء الملاصق لسطح الأرض بخصائص جديدة تعمل على تعديل الخصائص المتورولوجية العامة للجو في هذه المواقع .

ونحن نترك الاختلاف بين كل من المناخ البحري Maritime Climate والمناخ القاري Continental Climate ، ويعزى هذا الاختلاف إلى أن المساء يكتسب الحرارة ببطء ويفقدها ببطء كذلك . ومن ثم كان المدى الحراري اليومي والفصلي للمدن الساحلية أقل بكثير منه بالمدن الداخلية البعيدة عن تأثير البحر والواقعة على نفس عروض المدن الأولى . وتؤثر الظروف المناخية في تنوع الغطاءات النباتية وكثافتها وتوزيعها الجغرافي فوق سطح

الأرض، وتنوع الغلات المزروعة من مكان إلى آخر، فضلاً عن تنوع العائلات الحيوانية ، ومن ثم تشكيل النشاط الإقتصادي فوق أجزاء سطح هذا الكوكب . وعلى ذلك فإن الحياة فوق الربع المعمور من سطح الأرض تدبر بالكثير للمستطحات المائية التي تشغل بقية أجزاء هذا السطح .

ويلاحظ أن العلاقة بين اليابس والماء ، وتأثر كل منهما بالآخر ، تعد علاقة تلقائية ، لا دخل للإنسان فيها ، بل من الصعب له أن يتحكم في تنظيم هذه الدورة العظمى . إلا أن الإنسان اهتم باستغلال المستطحات المائية البحرية، وحاول منذ بداية فجر التاريخ إستغلال ما بها من غذاء ومواد . ومن ثم يحسن أن نشير إلى منافع البحار والمحيطات ، والمجهودات التي بذلها الإنسان لاستغلال كائناتها العضوية ، والأملاح والمواد والمعادن التي قد تمثل بمياهها وصخور أرضيتها .

أولاً - استغلال بعض الكائنات العضوية

(١) الاسماك والتدييات البحرية :

سبق الحديث عن العوامل التي تساهم في تنوع الكائنات العضوية بالبحار والمحيطات ، وتبين أن خصوبة مياه البحار تختلف من موقع إلى آخر تبعاً لمدى وفرة المواد الغذائية بالمياه والتي تتأثر بدورها وفقاً للخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحر . فتنشر مياه البحار أنواع مختلفة من الكائنات العضوية الحية التي يستخدم الإنسان معظمها في غذائه أو مواد هامة لصناعاته . ويؤكد الباحثون بأن الإنسان لم يستغل مياه البحر إستغلالاً اقتصادياً مجزياً ، وأن نشاطه حتى الآن ما زال يمثل مرحلة

أولية تشابه مرحلة « جمع الطعام » التي بدأ بها الإنسان نشاطه عند إستغلاله لسطح هذا الكوكب .

وقام الإنسان منذ القدم باستغلال الأسمالك من مياه البحر وإدخالها ضمن وجباته الغذائية ، ولكن العائلات السمكية لا تشكل إلا جزءاً محدوداً من الكائنات العضوية بمياه البحار ، والتي يمكن أن تساهم في تطور الإقتصاد البشرى . وقد تركّزت المصايد العظمى للأسمالك بالمسطحات المائية البحرية في العروض العليا بنصف الكرة الشالى ، خاصة أمام سواحل شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية والسواحل الغربية لكندا، وحوض بحر الشمال، والسواحل الشالية الشرقية لآسيا ، وحوض بحر اليابان .

وعلى الرغم من تشابه الخصائص الطبيعية لمياه النصف الجنوبي من الكرة الأرضية والتي تقع على نفس عروض هذه المصايد العظمى السابقة ، إلا أن هذه المسطحات المائية بنصف الكرة الجنوبي (مياه السواحل الجنوبية الشرقية للأرجنتين ، والسواحل الجنوبية الشرقية لإتحاد جنوب أفريقيا ، والسواحل الجنوبية الشرقية لأستراليا وجزيرة تسمانيا) لم تستغل إستغلالاً إقتصادياً مجزياً ، كملك في نصف الكرة الشالى . وقد يعزى ذلك إلى الأسباب الآتية :-

أ - ضيق الرافد القارية أمام سواحل هذه المسطحات البحرية الأخيرة . لم يساهم في خلق مياه مناسبة لتربية صغار الأسمالك .

ب - بعد هذه المسطحات المائية عن الأسواق الكبرى ومراكز الإستهلاك الرئيسية العالمية .

ج - إستغلال سكان سواحل هذه المسطحات البحرية بحرف أخرى ، تدر عليهم أرباحاً أعظم من تلك التي قد يجنونها من حرفة الصيد البحري .

وإلى جانب ذلك ، هناك مسطحات مائية بحرية أخرى لم يستغلها الإنسان في عمليات الصيد البحري التجارى بصورة مجزية حتى الآن . ومن أم هذه المسطحات ، تلك التى تشغل العروض الإستوائية والمدارية ، وتتميز هذه المسطحات المائية الأخيرة بوفرة المواد الغذائية بها ، إلا أن هذه المياه قلما تتعرض لحركات تقلب رأسية تساهم فى تجديد كائنات الفيتوبلانكتون ، ولكن فى تلك المسطحات المدارية البحرية ، التى يحدث فيها حركات تقلب رأسية لأسباب محلية ، كما هو الحال أمام سواحل بيرو ، يكثر فيها تجمعات الأسماك ، ومن ثم تمثل هذه المسطحات البحرية فى المستقبل القريب أعظم المصايد السمكية البحرية فى العالم . ولا يقتصر إستغلال الأسماك البحرية كغذاء للإنسان فقط ، بل تستخدم فى الوقت الحاضر فى عمليات إستخراج زيت السمك . وصناعة الشحوم المقاومة للصدأ ، وصناعة دقيق السمك ، والأسمدة العضوية ، وعلف الحيوان .

وإستغلال الإنسان كذلك بعض الثدييات البحرية مثل الحيتان وعجول البحر . بل تمثل الأخيرة الغذاء الرئيسى لحياة شعوب الأوكيانو الهندائية . أما الحيتان ، فتستخدم أساساً لاستخراج الزيت منها . ويتراوح كمية الزيت التى تنتج من الحوت الواحد من ٧٠ - ١٣٠ برميلا . بينما يستخرج من بعض الحيتان الأخرى (حوت العنبر - راجع ص ٤٣٨) ، بعض المواد التى تدخل فى صناعة العقاقير الطبية والعطور الفاخرة . ويستخدم زيت الحوت فى صناعة الدهون «المارجرين» ، والبويات والصابون ، والجلسرين . بينما إعتادت بعض الشعوب (اليابان ، والتروبيج) إدخال لحم الحوت فى وجباتهم الغذائية .

(ب) الطحالب والاسفنج

تنتمي الطحالب إلى التالوثيات ، وهى نباتات وحيدة الخلية ، وتنوع هائلتها من مياه إلى أخرى تبعاً للخصائص الطبيعية والكيميائية للمياه التى تمثل فيها الطحالب . ومن ثم لاحظ الباحثون مجموعات مختلفة منها الطحالب الزرقاء ، وطحالب اللامناريا Laminaria ، والطحالب الخضراء والطحالب الحمراء ، ومنها العشب الأيرلندى Irish Moss والبورفيريا Porphyra ، والطحالب البنية والذهبية .

وقد استغل سكان السواحل منذ القدم بعض مجموعات هذه الطحالب خاصة فى الأغراض الغذائية . فيعتمد الإسبانىون ومعظم سكان جزر بولينيزيا وميكرونيزيا على الطحالب كغذاء رئيسى ، وعمل احساء منه . إلا أن أعظم أنواع الطحالب أهمية هى الطحالب الحمراء حيث يستخرج منها مادة الآجار Agar ، والطحالب البنية التى يستخرج منها مادة الألجين Algin وتستخدم مادة الآجار فى صنع أطباق الحلوى و « الجيلي » ، والمسهبلات الطبية ، كما تدخل فى صنع بعض العقاقير الطبية ومركبات السلفا والفيتامينات . أما مادة الألجين فهى عبارة عن مادة حمضية (حامض الألجينيك Alginic Acid) ، تتميز بعظم درجة لزوجتها وعدم مساميتها ، ومن ثم تستخدم هذه المادة فى تشيئة الأنفحة ، وصنع المواد والغطاءات غير المنفذة للمياه ^(١) .

وقد تبين أن المياه الساحلية الشاهية لجمهورية مصر العربية تزخر بأنواع

(١) - ا - أنور عبد المليم : « البحار والمحيطات ... » الدار القومية للطباعة والنشر - القاهرة عام ١٩٦٤ .

ب - سيد حسن شرف الدين « علوم البحار وفوائدها فى الحياة العلمية » مطبوعات جامعة الاسكندرية - عام ١٩٦٦ .

مختلفة من الطحالب الحمراء والطحالب البنية واللامناريات. ويجرى الآن إستخراج هذه الطحالب من مياه البحر ، وتجفيفها ثم تصديرها لكي تصنع بالخارج . ونأمل في القريب أن تصنع هذه الأعشاب البحرية في مصر حتى نستفيد من ثروتها الطبيعية أعظم استفادة .

أما الإسفنج فهو عبارة عن حيوان بحري يعيش في المياه للدارية وشبه اللدازية الدقيقة ، والتي تتميز بارتفاع نسبة الملوحة بها ، وصفاء المياه وقسلة الشوائب والمؤاد العالقة التي قد تسد مسامه ، ووجود القاع الصخري للبحر حتى يتمكن أن يثبت حيوان الإسفنج نفسه فوق هذا القاع . ويعيش الإسفنج كذلك بالمياه الضحلة فيما بين ١٠ الى ٥٠ متراً . وتعد المياه الساحلية لبعض سواحل الولايات المتحدة الأمريكية واليونان وجزر الهند الغربية وتونس وجمهورية مصر العربية من المراكز الرئيسية لصيد الإسفنج . وتتركز منابت الإسفنج المصري على طول الساحل الشمالي فيما بين الاسكندرية شرقاً والسلم غرباً . وبغزى ذلك الى صفاء مياه البحر ، وقلة المواد العالقة بها ، وارتفاع نسبة ملوحتها . بينما لا تلائم الخصائص الطبيعية والكيميائية للمياه الساحلية أمام دلتا النيل ، لإنتشار منابت الإسفنج . وللإسفنج المصري شهرة عالمية لجودة أصنافه ومن ثم كثر الطلب العالمي عليه ، ومن أهم أنواعه إسفنج الكاس أو الفجان التركي ، وإسفنج أقراص العسل وإسفنج الزيموكا . وكثيراً ما تقسّم السفن الأجنبية (خاصة اليونانية والإيطالية) الى المنطقة الساحلية فيما بين العالين ومرسى مطروح لجمع الإسفنج من المياه البحرية المصرية الإقليمية . ومن ثم فإن جملة الإنتاج السنوي الذي بلغ عام ١٩٦٤ نحو ٢٠٠٠٠ كيلو جرام ، يمكن أن يتضاعف عدة مرات لو أحسن استغلال منابت الإسفنج وجماعتها من عمليات التهيئة التي تقوم بها بعض سفن الصيد الأجنبية .

(ج) المحار والاصدف واللؤلؤ والقشريات

تزرع بعض المياه الساحلية بأنواع مختلفة من المحارات والأصداف واللؤلؤ والقشريات . وتعود سكان اليابان على أكل محارات الإستريديا ، وتعد هذه المحارات من الوجبات الشهية عندهم . وقد اعتاد سكان السواحل بالولايات المتحدة الأمريكية على استغلال المحارات وبعض الأصداف وبلح البحر بجانب الأكلات الخفيفة الشهية . وتنتشر محارات الأويستر Oyster ، والكلم Clam ، بمياه في البحر الأبيض المتوسط والأحمر . ويستخدم سكان الإيسكندرية وبورسعيد والموس هذه المحارات في بعض الوجبات الغذائية . وقد تستغل الأصداف ومصارع بعض المحارات في صنع أدوات الزينة ، وأزرار الملابس والحلي .

أما اللؤلؤ فينتشر بالمياه البحرية الدفينة والتي ترتفع فيها نسبة الملوحة وتمثل أشهر مناطق تكاثره في مياه البحر الأحمر ، والخليج العربي ، وبحر اليابان ، وبعض مياه جزر بولينيزيا . ويتكون اللؤلؤ الطبيعي داخل أجسام المحار عندما يسرب إلى داخل أحشائها بعض حبات الرمال . ففي هذه الحالة تعمل الكائنات على إفراز بعض المواد التي تتجمع تدريجياً حول حبيبات الرمال وتكون في النهاية جسم اللؤلؤة .

وقد سعت اليابان إلى زرع اللؤلؤ، وذلك بتربية المحار في أحواض بحرية خاصة ، ثم يوضع بداخل أحشائها حبيبات من الرمال حتى تتجمع عليها الإفرازات المحارية المكونة للؤلؤ . وقد لجأت اليابان أخيراً إلى إستيراد كليات كبيرة من المحار من جمهورية مصر العربية لاستخدامها في هذا الغرض ويلاحظ أن حرفة صيد اللؤلؤ من الخليج العربي انقرضت خلال السنوات الأخيرة .

بعد ظهور زيت البرول في المنطقة ، كما يقابل اللؤلؤ الطبيعي منافسة قوية
من اللؤلؤ الصناعي الرخيص الثمن .

أما القشريات المعروفة بعائلات كرتاسيا ، ومنها الجمبرى ، وأبو جليبو ،
والأستاكوزا (الأريانات) وكلها تعيش في المياه الدفينة ، ذات الملوحة العالية ،
فتنتشر مصايدها الرئيسية بمياه جزر الهند الغربية وسواحل فلوريدا وفي بعض
المياه الساحلية لإيطاليا واليابان وجمهورية مصر العربية . ولا يتعدى إنتاج
العالم منها عن ١ ٪ من جملة الإنتاج السنوى العالمى للعائلات السمكية الذى يبلغ
نحو ٤٨ مليون طن متري عام ١٩٦٣ . ويتمثل بالمياه الساحلية المصرية أنواع
متعددة من الجمبرى منها القزازى ، واليابانى ، والكهرمانى (راجع ص ٩٠) (١)
وتنتشر مصايدها كذلك ببجيرة المنزلة . وتعد القشريات غنية بالفوسفور واليود
كما تستخدم قشورها في صنع غذاء الدواجن .

ثانيا - استغلال بعض الأملاح والمواد واستغلال

المعادن من البحار والمحيطات

لا تقتصر فلاحه البحر على إستغلال بعض الكائنات العضوية به ، بل ينجح
الإنسان في إستخلاص بعض الأملاح والمعادن الفلزية واللافلزية ، التى قد
تمثل بمياهه أو قد ترسب فوق قاعه ونذكر منها ما يلى :-

(١) - محمد تسطدى ماطى « بحيرات مصر الشبالية » ، رسالة ماجستير - جامعة القاهرة .
عام ١٩٦٠ .

(١) ملح الطعام NaCl (كلور :- صوديوم) كلوريد الصوديوم .

يعد ملح الطعام من أهم الأملاح اللازمة سادية التي يقوم الانسان باستغلالها من مياه البحار والمحيطات . وقد سبق الذكر بأنه يتمثل في مياه البحار ما يقدر بنحو 194×10^8 متر مكعب من ملح الطعام ، وأن متوسط نسبة ملوحة البحار تبلغ نحو ٣٥ في الألف . ويتقدر الباحثون بأن كلوريد الصوديوم يمثل نحو ٨٧٪ من كمية الأملاح بمياه البحار .

ويستخلص ملح الطعام من مياه البحار الساحلية الضحلة ذات الحرارة المرتفعة ونسبة الملوحة العالية ، وذلك بأن تعجز مياه البحر الضحلة في أحواض مائية وتترك مدة من الزمن حتى تتعرض المياه لعمليات التبخر المستمرة ، ومن ثم تتركز الأملاح وتجمع فوق أسياخ حديدية تثبت بقاع هذه الأحواض المائية . وتعد المياه الساحلية الضحلة لكل من بعض سواحل المكسيك وجزر الهند الغربية ، واليونان ، والصين ، وجمهورية مصر العربية من أعظم المناطق لاستخلاص ملح الطعام من مياه البحر .

ولاحظ الجيولوجيون كذلك تجمعات عظيمة من ملح الطعام تنتشر بالعلاقات الصخرية القديم فوق اليايس تبعاً لتراجع مياه البحر القديم عنها . وكثيراً ما تظهر هذه الترسبات والارسابات الملحية على شكل قباب صخرية ملحية . وتنتشر القباب والفرشات الملحية القارية على طول السهول الساحلية الجنوبية التي تشرف على خليج المكسيك بولايات تكساس ولويزيانا، كما تمتثل في بعض أجزاء متفرقة بالقارة الأوربية خاصة بالاتحاد السوفيتي ، والسهول الشالية بألمانيا الغربية ، وفي بعض أجزاء من مرتفعات هارتز Hartz Mts. ، وعلى طول المنحدرات الجنوبية لمرتفعات الكربات ، وفي إقليم ترانسلفانيا ،

ورومانيا^(١) ويعرف الملح الناتج منها بـ **الملح الصخري** **Rock-Salt or Brine**
(ب) اليود والبروم والفلتسيوم :

عمل الانسان كذلك على استغلال بعض اللافلزات التي تتمثل بأجسام
الكائنات العضوية البحرية . وبعد اليود من أندر اللافلزات على الرغم من أنه
يتمثل بنسب متفاوتة في كل الكائنات العضوية البحرية . وتعتبر الحيوانات
البحرية الاسفنجية والمرجانية وكذلك بعض الأعشاب البحرية المصدر الرئيسي
اليود حيث يخزن الأخير في أنسجتها بكميات كبيرة .

ويستخلص عنصر البروم من مياه البحار كذلك ، ويقدر بأن نحو ٩٩ ٪
من جملة إنتاجه السنوى بالعالم تستخرج من مياه البحر . وتلخص منافع
مركبات البروم في صنع الجازولين المانع لدوى السيارات والجرارات ، كما
يستخدم كذلك في صناعة المسكنات ومطافئ الحريق والمواد الكيميائية
التوتوغرافية ، والأصبغ ، والمواد الكيميائية الحرة .

ويستخلص فلز المغنسيوم كذلك من مياه البحار ، ويقدر أن بكل ميل
مكعب من مياه البحر ما يقرب من ٤ مليون طن من المغنسيوم ، وكثل البروم
كان المغنسيوم يستغل من صخور الياپس (خاصة الدولوميت) من قبل .

(١) — حسن أبو البيث ، « أصول الجيومورفولوجيا » — دار المعارف —

الاسكندرية — عام ١٩٧٦ .

ب — هيلين فوجل ، ومارى كاروزو ، « حصاد المحيط » — دار النهضة العربية —

عام ١٩٦٥ ص ٨٦ .

ج — راشيل كارسون ، « البحر المحيط بنا » مكتبة الانجلو المصرية — عام ١٩٥٤

ص ٢١٧ .

ولكن أصبح الآن يستغل بصورة إقتصادية من مياه البحار حيث يتمثل فيه نحو ٨٠٪ من جملة المنسيوم على سطح الكرة الأرضية . ويعتمد المنسيوم أخف الفلزات المعروفة جميعاً ، ومن أكثرها قدرة واحتمالاً ، ومن ثم أدخل في صناعة الطائرات والآلات الحربية والمفرقات . ويطلق الباحثون على فلز المنسيوم اسم « فلز المستقبل » ذلك لأنه يأخذ بالدريج مكانة الحديد والصلب في الصناعات الحديدية الحديثة .

(٣) زيت البترول

من المعلوم أن زيت البترول الخام قد يتكون تبعاً لاندثار الكائنات البحرية



(لوحة ٢٤) بعض المقعد المنجذبة فوق أرضية المحيط الهادى عند عمق ١٤٦٠٠٠ قدم .

الجيولوجية وثرائها فوق قاع البحر ، ثم شمال غرباً كل هذه الكائنات وأجسامها تدريجياً إلى تلك المادة التي تشكل مقياس الحضارة البشرية الحديثة والتي تعرف باسم « الذهب الأسود » وتستغرق عملية التحلل التدريجي فترة جيولوجية طويلة ، ومن ثم يرجع عمر معظم الخزانات البترولية إلى الفترة الجيولوجية الواقعة فيما بين الزمن الجيولوجي الأول والزمن الجيولوجي الثالث . وعلى ذلك فإن مواقع الخزانات الحالية لزيت البترول تمثل في الواقع مناطق كانت مغطاة بالبحار القديمة التي انحصرت عنها خلال فترات متعاقبة . وقد تبين أن معظم خزانات بترول أوكلاهوما وتكساس ، وكنساس تمثل جيوب صخرية رسوبية ، تكونت في بحار قديمة كانت تغطي الجزء الجنوبي من السهول الوسطى بالولايات المتحدة الأمريكية خلال الزمن الجيولوجي الأول :

وإذا نظرنا إلى التوزيع الجغرافي للحقول الرئيسية لإنتاج زيت البترول في العالم نجد أنها تتمثل على جانبي الخليج العربي وفي صحوره وطرافه القارية وعلى جانبي خليج السويس ، وبأجزاء متفرقة على طول الساحل الشمالي لأفريقية ، وفي بعض مناطق مجاورة لسواحل البحر الأسود وبحر قزوين . هذا إلى بجانب خزانات زيت البترول في بحر ماركيبو (بنزويلا) وبأجزاء متعددة من سواحل تكساس المطلة على خليج المكسيك . وإن دل هذا التوزيع الجغرافي على شيء فأنما يدل على أن خزانات البترول الرئيسية التي تستغل حالياً كانت تشغل أجزاء من قاع بحر تنس القديم الذي كان يفصل بين قارتي أنجوار وأرتكس في الشمال ، وقارة جندوانا في الجنوب . ومن ثم عنيت شركات البترول بأجراء الأبحاث الجيولوجية التفصيلية بمناطق صحوره الرافار القارية للبحث عن خزانات البترول . ودلت نتائج الأبحاث الجيولوجية بالرافار القارية

لساحل تكساس ، وساحل فنزويلا ، وسواحل الخليج العربي ، وأرضية خليج
السويس ، على وفرة الخزانات البرولية بالصخور القارية لقاع البحر

(د) بعض المعادن الأخرى :

تنتشر بمياه المحيط وكذلك فوق قاعه كيات متنوعة من الرواسب المعدنية
تفاوتت نسبة تراكبها من مكان إلى آخر ويلاحظ أنه من الصعب إستغلال معظم
هذه المعادن بصورة إقتصادية مجزية في الوقت الحاضر إلا أنه عند إكتشاف
طرق جديدة لاستخلاص هذه المعادن من البحار قد يلجأ الإنسان إلى إستغلال
هذه الثروات الطبيعية الهائلة . ويدرس علماء الأقيانوغرافيا بالولايات المتحدة
الأمريكية الوسائل المختلفة التي يمكن بواسطتها إستغلال العمق - د المنعزمية
المتناثرة فوق أرضية المحيط الهادى ، بالأعماق البعيدة (لوحة ٢٤) . وقد
أوضح شبرد Shepard عام ١٩٦٢ ^(١) بأن نشأة المعادن بالبحار تختلف من
مجموعة إلى أخرى وتتلخص مصادرها الرئيسية حسب آراء شبرد فيما يلي :

١ - المواد المعدنية البركانية والتي تتحلل من الفتحات الصخرية وبحيث لا
تتأثر بالتغيرات الكيميائية أو الطبيعية خلال فترة وجودها بمياه المحيط
وتعرف هذه المجموعة باسم Lithogeneous ، ومنها الكوارتز ،
والفلسبار ، والميكا والأوجيت ويتشكل قاع المحيط الهادى (حيث
يعرض لثورات بركانية هائلة) برواسب عظيمة الإنتشار تتألف
أساساً من الكوارتز والفلسبار (شكل ١١٠) .

1 - Shepard, F. P., (Submarine geology). New York, (1962).

- ٢ - هياكل الكائنات النباتية والحيوانية البحرية ، والتي تتجلى بولوجياً عند إندثارها وتكون كربونات الكالسيوم ، والأربال ، وزيت البترول .
وتعرف هذه المجموعة من المعادن بأنها من أصل عضوى Biogeneous
٣ - مواد تترسب تلقائياً من مياه البحر دون تدخل أى عوامل أخرى ،
وتعرف هذه المجموعة من المواد باسم Hydrogeneous ، ومن أمثلتها
الغوبسفيريت ، والبيريت ، والفيليسيت .

٤ - مواد تتساقط من الفضاء الجوى ، وتغل بقايا الشهب والنيازك ، ومن
ثم فهي مواد من أصل كونى وتعرف باسم Cosmogeneous .

وقد استغل الإنسان فى الآونة الأخيرة بعض هذه المعادن بصورة اقتصادية
وعلى سبيل المثال استخرج خام الكبريت بالقرب من سواحل لويزيانا منذ
عام ١٩٥٤ ، وعنت الشركات الأمريكية باستغلال هذا الخام فى أرضية
خليج المكسيك ، ذلك لأن الكبريت يدخل فى صناعة المفرقعات الحزبية
والأسمدة ، والبويات ، والحبر الصناعى . كما استغل العقد العشرية الثمينة
بالمكسيك والنحاس والنيكل ، وخاصة تلك التى تتمثل فوق هضبة بليك البحرية
الواقعة بحوار الساحل الجنوبى الشرقى للولايات المتحدة الأمريكية .

وعلى طول ساحل دلتا نهر النيل فيما بين رشيد ودمياط ، عز على الرمال
السوداء الغنية ببعض المعادن الهامة ذات القيمة الاقتصادية ومنها الألميت
والروتيل ، والماجنييت ، والزركون ، والمونازيت ، والجسارت . ويعزى
المصدر الرئيسى لهذه التكوينات الرملية إلى حبيبات الرمال التى يلقها نهر النيل
قرب مصبه فى البحر الأبيض المتوسط ، ثم تعيد الأمواج هذه الرمال ثانية إلى
خط الساحل بعد إمزاجها بمواد معدنية جديدة وتجمع على شكل فرشات

الإنشائية زميلة سوداء عظيمة الأبعاد (١)

ثالثاً — استغلال مياه البحار في توليد الطاقة المحرمة

حاول علماء الأقيانوغرافيا الطبيعية توليد طاقة ميكانيكية من مياه البحار وخاصة بالمياه الساحلية التي يعظم عندها فرق مستوى المياه بين المد والجزر . وقد استغلت مثل هذه الطاقة ببعض المياه الساحلية التي يعظم عندها فرق المد والجزر كما هو الحال في خليج برستول وخليج مرزى بإنجلترا ، وتتلخص طريقة توليد الطاقة تبعاً لفرق المد والجزر في إنشاء سد صناعي (مزود بوابات للتحكم في عملية حصر المياه وإنسيابها) عند مدخل الخليج الذي تحدث فيه هذه العملية . وعند وصول أعلى منسوب للمسد العالي تقفل بوابات السد بإحكام ، ومن ثم يمكن استخدام كمية المياه المحصورة والتي تمثل أعلى منسوب للسد وأقل منسوب للجزر في إدارة توربينات أو طواحين تعمل على إيجاد طاقة محدودة للاضاءة أو إدارة مصانع صغيرة . وعندما تستغل هذه المياه المحصورة تفتح عيون أو بوابات السد من جديد (عند قدوم مياه المد العالي) ويملا الحوض الواقع خلف السد بالمياه من جديد . ولكن يلاحظ أنه هبذه الطاقة تعد غير منتظمة ومن الصعب التحكم في قدرتها ذلك لأن مستوى ارتفاع مياه البحر وانخفاضه خلال عملية المد والجزر يختلف من يوم إلى

—————

١ — حسن أبو العيتيق ، «أسول الجيومورفولوجيا» دار المعارف — الإسكندرية
نظام ١٩٦٦ — الطبعة الثالثة — ١٩٧٦

١٠) بخير .

ويرجح بعض العلماء بأنه يمكن أن تستغل الأمواج العالية (إذا زاد ارتفاعها عن ١٠ قدم) في توليد طاقة كهربائية لإدارة مصانع صغيرة بمجاور السواحل، وذلك إذا انحصرت هذه الأمواج بين سد قوى على شكل حرف (V) ومن ثم تتجمع مياه الأمواج في نهاية السد ويرتفع منسوبها، ثم تنساب فيها وراء السد إلى الخوض المائي الخلفي. وتبعاً لزيادة منسوب المياه بالخوض الخلفي يمكن الاستفادة من الفرق في منسوب المياه في توليد طاقة كهربائية. ولكن لاحظ أن مثل هذه المشروعات النظرية من الصعب تطبيقها حيث إنه لا يمكن أن نضمن حدوث الأمواج العالية بصورة مستمرة طوال اليوم الواحد أو خلال فترات طويلة على طول مدار السنة.

وقد اقترح بعض العلماء إقامة مشروعات مختلفة للاستفادة من فرق منسوب مياه البحار التي تجاور بعضها (تبعاً لتعرض بعضها للبحر الشديد عن البعض الآخر)، في توليد طاقة كهربائية. ومن ثم يرجع البعض بأنه يمكن إنشاء سدود تفصل بين هذه البحار المختلفة المنسوب، وخاصة عند باب المنذب فيما بين بين مياه البحر الأحمر شمالاً، ومياه المحيط الهندي جنوباً، وعند مضيق جبل طارق فيما بين مياه البحر الأبيض المتوسط شرقاً، ومياه المحيط الأطلسي غرباً وتبعاً لانخفاض منسوب مياه البحر الأحمر عن مياه المحيط الهندي ومنسوب مياه البحر الأبيض المتوسط عن المحيط الأطلسي، فيمكن الاستفادة من فرق منسوب هذه المياه في توليد طاقة كهربائية بعد إقامة ترينيات خاصة عند هذه السدود تعمل على خلق طاقة كهربائية عظيمة.

(١) سيد حسن شرف الدين، «علوم البحار وفوائدها في الحياة العملية»، مطبوعات

جامعة الاسكندرية - عام ١٩٦٦.

وايضا - إعذاب مياه البحر

يسبق القول بأن مياه البحار والمحيطات تمثل أكثر من ٩٨ ٪ من جملة حجم المياه فوق سطح هذا الكوكب ، كما أن الصحارى الحارة الجافة والمناطق الأخرى الجافة تشغل أكثر من ٤٠ ٪ من جملة سطح اليابس . ومن ثم كان من الضروري البحث عن مصادر أخرى جديدة للمياه العذبة تقابل الزيادة المضطردة في تعداد سكان العالم ، وتغطي حاجتهم اليومية من المياه العذبة ، وتكفل إمكان التوسع في الإنتاجين الزراعى والصناعى .

وقد نجح العلماء في إعذاب مياه البحر أى تحويلها إلى مياه « حلوة » بعد فصل الأملاح عنها . وتبين أن عملية إعذاب مياه البحر تحتاج إلى طاقة حرارية كبيرة ، خاصة إذا كانت نسبة الأملاح بمياه البحر مرتفعة . وقد أمكن بحساب هذه الطاقة الكهربائية اللازمة ، بواسطة تجارب أجريت في حيز المعامل وتبين أنه لى نحصل على ٣٣٨٥ متر مكعب من المياه العذبة يلزم إيجاد طاقة كهربائية لا تقل عن ٢,٨ كيلوات ساعة ^(١) ، لفصل هذه المياه العذبة من مياه البحر .

وتجرى عملية إعذاب مياه البحر في الوقت الحاضر بطرق علمية حديثة منها : -

١ - التقطير : وذلك باستخدام الطاقة الشمسية أو مواد الوقود (الفحم والبتروىل) أو الكهرباء والمفاعلات الذرية .

(١) سعد الدين جلال ، « أبحاث جديدة للاستفادة من مياه البحار » — المجلة الزراعية — العدد الثامن يونيو عام ١٩٦٣ ص ١١٣ — ١١٧ .

يُجِبُّ التجوُّد : أى تبريد مياه البحر فجأة . ومن ثم تنفصل بلورات الفلج
عن بلورات الملح ، ثم يصهر الفلج للحصول على المياه العذبة (١) .

٢ - التحليل الغشائي الكهربائي : وذلك بتمرير تيار كهربائي في آوان
تحتوى على مياه البحر بين أقطاب كهربائية تعمل على استخلاص
الكلوريد الصوديوم (الملح) من مياه البحر ، ويصبح الماء بعد ذلك
عذب المذاق .

٣ - وقد سعت الولايات المتحدة الأمريكية منذ عام ١٩٥٢ إلى إعذاب المياه من
المحيط الهادئ ، واستغلال المياه العذبة بقصد الشرب ولخدمة مشروعات الري
على طول الساحل الغربى المطل على المحيط الهادئ . ومن ثم أنشأت عدة مراكز
تقع على شاطئ خليج مورو (فيما بين سان فرانسيسكو ولوس أنجلوس) .
لتحويل مياه البحر إلى مياه ذات درجة مائية من النقاوة . وكذلك أنشئت محطة
لتقطير مياه البحر فوق جزيرة أروبا (بالبحر الكاريبي على بعد ١٥ ميلا من
ساحل فنزويلا) ، وتنتج نحو ٢٥٧ مليون جالون من المياه المقطرة يوميا ،
مما يفيض عن حاجة الجزيرة التى لا يزيد عدد سكانها عن ٥٥ ألف نسمة .

وقد نجحت الكويت فى توفير المياه العذبة لسكانها بعد تقطيرها من مياه
البحر بكاليف اقتصادية نسبياً . فبينما تبلغ تكاليف التقطير ١٥٩٦ دولاراً
لكل ألف جالون من المياه فى محطة التقطير بخليج مورو بكاليفورنيا . تبلغ
نحو ١٥٧٥ دولاراً فى محطة التقطير بجزيرة أروبا ، ونحو ١٥٥٦ دولاراً فى
محطة التقطير بالشويخ - الكويت .

(١) أنور عبد المليم ، « البحار والمحيطات » - الدار القومية للطباعة والنشر - عام

١٩٦٤ ص ٢٤٤ .

ب - سيد حسن شرف الدين ، « علوم البحار وفوائدها فى الحياة » -

مطبوعات جامعة الاسكندرية - عام ١٩٦٦ .

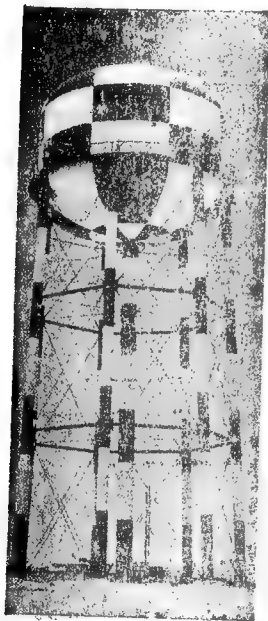
وقبل عام ١٩٥٢ كانت الكويت تعتمد في الحصول على الماء العذب على ما تنقله اليها السفن من مياه شط العرب . وكانت هذه السفن تنقل إلى الكويت نحو ٩٠ ألف جالون من المياه يومياً . ولكن إهتمت حكومة الكويت بعد ذلك بإنشاء محطة تقطير لمياه البحر في منطقة الشويخ (إحدى الضواحي الحديثة بالكويت) ، وإنتهى العمل بها عام ١٩٥٣ ، وكان متوسط إنتاجها نحو مليون جالون من المياه يومياً . ثم عنت حكومة الكويت بإنشاء مقطرات أخرى (لوحة ٢٥) لزيادة الانتاج من المياه العذبة وكلها تعمل بطريقة التقطير الوميضي Flash Distillation ^(١) ، ومن ثم ارتفع إنتاج المياه إلى أكثر من ٦٥٠ مليون جالون يومياً ، عام ١٩٦٢ .



(لوحة ٢٥) محطة التقطير - المراحل والمبخرات - بالكويت .

٩ - توفر هذه الطريقة الحديثة عدد العمال اللازمين للعمل ، وتقام المقطرات في أرض محدودة المساحة ، ويصمم كمية الانتاج من المياه العذبة بواسطة هذه الطريقة الحديثة اذا ما قورنت بغيرها من الطرق الأخرى .

وتجلبد الأنابيب التي تمتد المقطرات بمياه البحر إلى مسافة تبلغ نحو ٦٠٠ قدم داخل مياه الخليج ، ومن ثم أصبحت عملية التقطير ممكنة في كل حالات المد والجزر . وتغمر مياه الخليج (نسبة الملوحة بها ٤١٤ ٪) على مستودع تخطط فيه بمحلول الكلور لمنع نمو أى حيوانات بحرية في الأنابيب أو الخزانات ، ثم تجري بعد ذلك عملية التقطير .



ويجمع الماء المقطر في الخزانات والأبراج العالية (لوحة ٢٦) ، ويبلغ المخزون الاحتياطي من المياه العذبة بهذه الأبراج نحو ٢٥ مليون جالون . وتمتد هذه الكمية كافية لمد حاجة سكان الكويت لمدة لا تزيد عن أربعة أيام فقط . وتعمل حكومة الكويت على إنشاء محطات تقطير احتياطية لتوفير المخزون الاحتياطي من المياه العذبة بالكويت .

(لوحة ٢٦) أحد الأبراج الدائرية العالية بالكويت

وحق اليوم لا يصل الماء العذب إلى منازل الكويت مباشرة ، ولكن
 تهرى المياه في أنابيب تصل بين محطات توزيع المياه (لوحة ٧٧) ومنها
 تملأ فاطيس السيارات بالمياه ، وتقوم الأخيرة بتوزيع المياه على مناطق
 المدينة . ويبلغ سعر كل ٨ جالونات من المياه نحو ٥٠ فلس كويتي
 (قرشان مصريان) .



(لوحة ٧٧) أنابيب المياه العذبة ، التي تدرأين المياه لأرض الكويت

خامساً - الأهمية الاستراتيجية للبحار والمحيطات

كانت معظم دول العالم حتى العصور الوسطى تعتبر البحار والمحيطات التي
 تكتنفها أولئها حواجزاً تحميها من هجمات العدو ، وحدوداً سياسية

طبيعية تفصل بين أراضيها وأراضى البلدان الأخرى المجاورة لها . وخاف الإنسان ركوب المحيطات الكبرى ، إلى أن أوضحت حركات الكشوف الجغرافية الأبعاد الحقيقية لليابس والمسطحات المائية فوق سطح هذا الكوكب . وبعد اختراع السفن البخارية بدأت تظهر أهمية البحار والمحيطات كطرق هامة للتجارة الدولية والمواصلات . وعمل الرومانيون والإسبانيون والبرتغاليون والانجليز على الاحتفاظ بحقوقهم في الملاحة البحرية المطلقة يبحار العالم المختلفة . وإنشئت أول مؤسسة دولية لتبادل نتائج الأبحاث الأقيانوغرافية في أستوكهولم عام ١٨٩٩ ، وعرفت باسم .

:International Council For The Exploration of the Sea

وتبعاً للاستغلال المتزايد لمياه البحار وأرضيتها ، أهتمت الدول ذات السواحل البحرية بحقوقها في إمتلاك الرافد القارية التي تحف بسواحلها . وبوضح الجدول الآتى بيان بحقوق بعض الدول لمناطق الصيد أمام سواحلها ، والتي إتفق عليها دولياً :

| الدولة | عرض البحر الاقليمى (كيلو متر) | حقوق الصيد المطلقة (كيلو متر) |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| الأرجنتين | ٤٦٨ | ١٦ |
| البرازيل | ٤٦٨ | ١٩ |
| شيلي | ٥٠ | ٣٢٠ |
| اليابان | ٤٦٨ | ٤٦٨ |
| كوريا | — | ٨٠-٩٩ |
| الولايات المتحدة الأمريكية | ٤٦٨ | — |

وقد حاولت دول العالم منذ القدم حماية حقوقها الملاحية التجارية بالبحار والمحيطات . فبذل الفينيقيون من الجهد الكثير لحماية تجارتهم البحرية في الخوض الشرقي من البحر الأبيض المتوسط . وكان الرومان ينظرون إلى البحر الأبيض المتوسط « ثالوس Thalos » على أنه بحرهم دون سواهم . أما الاسبان فقد دخلوا في حروب بحرية متعددة مع الأسطول البحري البريطاني تبعاً للتطاحن والتزاع الذي نشأ بينهما على كيفية تقسيم مناطق النفوذ التجاري ببحار العالم . وكان للانزال النسبي للجزر البريطانية عن بقية أوروبا وإفصالها عنها بواسطة القنال الانجليزي وبحر الشمال ، أثره الكبير في حمايتها من الحروب النابليونية ، بل وخلال الحربين العالميتين الأولى والثانية فيما بين ١٩٣٩ - ١٩٤٥ . ومع ذلك فقد حاول نابليون عبور القنال الانجليزي والهجوم على بريطانيا عام ١٨٠٣ ، ولكن كان نتيجة لانتصار القائد الانجليزي نلسن عليه في موقعة الطرف الأغر عام ١٨٠٥ أن أحبط كل آمال نابليون .

ومن ثم ظهرت عظمة القوة البحرية البريطانية ، وعكفت بريطانيا على استمرار تقوية إسطولها البحري الحربي ، كما استولت على مداخل البحار وغارسها والجزر البحرية ذات المواقع الاستراتيجية . وهكذا وضعت بريطانيا يدها على جبل طارق الذي يمثل البوابة الغربية لخوض البحر الأبيض المتوسط ، وقناة السويس (حتى قبل عام ١٩٥٦) ، وكذلك ميناء عدن (بالقرب من باب المندب) والذي يمثل البوابة الجنوبية للبحر الأحمر . وأشرفت على ميناء سنغافورة الذي يقع على الطريق الملاحي البحري الهام بين أستراليا ونيوزيلند شرقاً ، وأوروبا غرباً .

أما الولايات المتحدة الأمريكية فقد أشرفت منذ عام ١٩٠٣ ، على جمهورية
 بنما وقناة بنما التي تصل بين المحيط الأطلسي شرقاً والمحيط الهادى غرباً ، والتي
 تربط بين الساحلين الشرقى والغربى للولايات المتحدة الأمريكية . كما اهتمت
 كذلك بوضع نفوذها على بعض جزر المحيط الهادى وأهمها مجموعة جزر
 هاواى ذات الموقع الإستراتيجى الهام ، والتي تقس على الطريق التجارى
 الملاحي البحرى بين الساحل الغربى لأمريكا والساحل الشرقى لآسيا
 وأستراليا . (راجع ص ٥٩٦) . وبعد إنتهاء الحرب العالمية الثانية ، ضعف
 نفوذ اليابان فى المحيط الهادى ، كما سبق أن ضعف النفوذ الاسباني من قبل ،
 وأصبح النصف الشمالى من المحيط عبارة عن بحيرة أمريكية ، بينما سيطرت
 بريطانيا وفرنسا وهولنده على النصف الجنوبى من المحيط الهادى . أما الإتحاد
 السوفيتى فقد إمتلك من جديد قوس جزر ألوشيان بعد أن سبق أن إشتت
 الولايات المتحدة الأمريكية منه شبه جزيرة ألسكا (بما فيها جزر ألوشيان)
 عام ١٨٦٧ .

وقد اهتمت هيئة الأمم المتحدة United Nations باستغلال المسطحات
 البحرية لخدمة الإنسان وفي أغراض السلم وتفرعت من اليونسكو U.N.E.S.C.O.
 عدة هيئات علمية ، تختص بالاشراف على مجال محدد فى علوم البحار والمحيطات
 ومنها لجنة مشا كل التغذية والزراعة U.N.Food and Agriculture Organization
 التي تشرف على تنظيم عملية إستغلال مصايد البحار والمحيطات . بينما إختصت
 هيئة القوى الذرية العالمية International Atomic Energy Agency
 بالاشراف على التجارب الذرية التي تجرى فى صخور قاع البحار والمحيطات
 حتى لا تلوث المياه البحرية بالاشعاعات الذرية . وإختصت الهيئة العالمية
 للأرصاد الجوية World Meteorological Organization بدراسة كل

ما يختص بطبيعات الجو والخصائص الطبيعية للمياه وحركتها ، وأثر كل ذلك في تشكيل مناخ اليابس المجاور .

والأمل كبير في إكتشاف وسائل جديدة تساعد على إستغلال الثروات الطبيعية والبيولوجية للبحار والمحيطات لخدمة الانسان ، حتى يتوفر الرزق والغذاء لأفراد العائلة البشرية ، ويرتفع مستوهم الاقتصادي والاجتماعي ، في أنحاء العالم أجمع .

بيان لبعض وحدات قياس المسافات والخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحار

الميل البحرى = ١٨٠٣ متر (أو ١/٣ من الدرجة عند خط الاستواء) .
 العقدة = وحدة لقياس سرعة سير السفن أو سرعة التيارات
 البحرية وتساوى ميلاً بحرياً وانحداً فى الساعة . أو ١٥١٥
 ميلاً أرضياً فى الساعة . أى بمعنى آخر = ١٥٨٥٣ كم /
 ساعة (٠.٥١٤ متر فى الثانية) .

الميل الأرضى = ١٦٠٩ متر أى = ١٥٦ كيلو متر تقريباً .
 القامة = ٦ قدم = ١٨٢٨ متر .
 القدم = ٠.٣٠٤ متر .
 الياردة = ٠.٩١ متر .
 الياردة = ٣ قدم ، والقدم = ١٢ بوصة ، والميل الأرضى ١٧٦٠
 ياردة .

١٠٠٠ ياردة = ٩١٤.٤ متر .
 = ٥٥٦.٨ ميل أرضى .
 = ٥٤٩.٣ ميل بحرى .
 ١٠٠٠ متر = ١٠٩٣.٧ ياردة .
 = ٥٦٢.١ ميل أرضى .
 = ٥٥٣.٩ ميل بحرى .

$$١ \text{ هكتار} = ٢٥٤٧ \text{ إكر} .$$

$$١ \text{ كيلو متر مربع} = ٠.٣٨٦ \text{ ميل مربع} .$$

$$\text{كيلو متر مربع} = ١٠٠ \text{ هكتار} .$$

$$١ \text{ ميل مربع} = ٢٦٥٩ \text{ كيلو متر مربع} .$$

$$١ \text{ ميل مربع} = ٦٤٠ \text{ إكر} = ٢٥٩ \text{ هكتار} .$$

$$\text{المقياس المئوي} = \text{يبدأ من صفر}^\circ \text{م إلى } ١٠٠^\circ \text{م} .$$

$$\text{المقياس الفهرنهايت} = \text{يبدأ من } ٣٢^\circ \text{ف إلى } ٢١٢^\circ \text{ف} .$$

$$١^\circ \text{م} = \frac{٩}{٥}^\circ \text{ف} .$$

$$١^\circ \text{ف} = \frac{٥}{٩}^\circ \text{م} .$$

(عند التحويل من درجات مئوية إلى درجات فهرنهايت)

$$= \text{س} \times \frac{٩}{٥} + ٣٢ = ?$$

وعند التحويل من درجات فهرنهايت إلى درجات مئوية =

$$(= \text{س} - ٣٢ \times \frac{٥}{٩} = ?)$$

$$١ \text{ لتر} = ١٠٠٠ \text{ مليستر} .$$

$$١ \text{ لتر} = ٠.٢٦٤ \text{ جالون} .$$

$$١ \text{ هيكتولتر} = ١٠٠ \text{ لتر} .$$

$$١ \text{ كيلو جرام} = ٢.٢٠٤ \text{ رطل} .$$

$$١ \text{ طن متري} = ١٠٠٠ \text{ كيلو جرام} .$$

$$١ \text{ رطل} = ٠.٤٥٣ \text{ جرام} .$$

لتعريب بعض المصطلحات العلمية التي ورد ذكرها بالكتاب
(مرتبة بحسب الحروف الابجدية الانجليزية)

A

| | |
|---------------------------|---|
| Abyssal plains. | سهول عميقة عظمى |
| Albatros | القادوس (طائر بحري) |
| Algae. | طحالب |
| Myxophyceae. | طحالب زرقاء |
| Chlorophyceae. | طحالب خضراء |
| Phaeophyceae. | طحالب بنية |
| Rhodophyceae. | طحالب حمراء |
| Amphibia | البرمائيات |
| Amphiura filiformis. | كائنات النجوم الالامعة . |
| Anabaena. | طحالب آنا بيتا |
| Andesite line. | حد الاندزيت |
| Anticyclonic Conditions. | حالات اضطداد الاحاصير الجوية |
| Aphotic zone. | طبقة المياه السفلى عديمة الالامعة الشمسية |
| Aphrodites. | فراش البحر |
| Apogee. | أقصى موقع للقمر بعيدا عن الارض . |
| Argyropelecus Chauliodus. | مجموعة الاسماك الفضية اللون . |
| Arrow worms. | الديدان السمية |
| Atolls. | الجزر الحلقية المرجانية |
| Atomic clock. | الساعة الذرية |
| Azoic zone. | منطقة اللاحيات . |

B

| | |
|--------------|------------|
| Bacteria | بكتيريا |
| Bagrus bayad | سمك البياض |

| | |
|--------------------------|--|
| Bathyscope. | جهاز مكشاف الأعماق |
| Barbus bunnii | سمك البنى |
| Barilins (Dorade) | سمك المرجان |
| Barilius nilotica | سرجان نيل |
| Barrier islands. | الجزر المرجانية السدودية . |
| Barrier reefs. | الحواجز المرجانية المزدوجة . |
| Bathyscaphe. | غواصة الأعماق . |
| Bathysphere. | صخرة الأعماق . |
| Bathythermograph. | جهاز تسجيل درجة حرارة المياه العميقة |
| Bays. | الخلجان البحرية |
| Benthic zone. | بيئة قاع المحيط |
| Neritobenthic. | بيئة قاع المحيط في منطقة الرفارف القارية |
| Archibenthic. | بيئة قاع المحيط في منطقة المنحدر القاري . |
| Abyssobenthic | بيئة قاع المحيط في منطقة المرتفع القاري والأعماق البعيدة |
| Benthos organisms. | كائنات تعيش فوق قاع المحيط . |
| Binary star theory, | نظرية الشمس التوأمية . |
| Biological oceanography, | الاقيا نوغرافيا البيولوجية |
| Bottom photography. | التصوير الفوتوغرافي للأعماق البعيدة |
| Boulders. | الجلاليد |
| Boundary currents. | تيارات بحرية على جانبي المحيط . |
| Branchio - Cardiac | الحيشوميات |
| Branchiopoda | القدخيشوميات |

C

| | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Calabus. | عائلة كالنوس (زوبلانكتون) |
| Calcareous ooze. | اللاوز الجيري . |
| Carnivorons. | كائنات آكلة اللحوم . (مفترسة) . |
| Cartilaginous fishes | أسماك غضروفية |
| Cetacea. | عائلة سيتاسيا (الثدييات البحرية) . |
| Chemical oceanography. | الاقيا نوغرافيا الكيمياء |
| Chemistry of sea-water. | كيمياء مياه البحر . |
| Cliffs. | الجروف البحرية . |

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| Cliff recession. | تراجع الجروف البحرية . |
| Coasts | المواحل . |
| Coasts of emergence. | المواحل البحرية المرتفعة . |
| Coasts of submergence. | المواحل البحرية المنخفضة . |
| Coasts of mobile regions. | سواحل المناطق غير المستقرة جيولوجيا . |
| Coasts of stable regions. | سواحل المناطق المستقرة جيولوجيا . |
| Cobbles. | الحصى . |
| Coccolithophores. | كائنات الكوكوليث |
| Coccolith ooze. | اللاوز الكوكوليثي . |
| Cod. | سمك الكبود (البلاء) |
| Cod - liver - oil | زيت السمك |
| Continental. | قاري . |
| Continental climate. | المناخ القاري . |
| Continental drift theory. | نظرية زحزحة القارات . |
| Continental rise. | المرتفع القاري . |
| Continental shelf. | الرفف القاري (١) . |
| Continental slope. | المنحدر القاري . |
| Continental slope deposits. | رواسب المنحدر القاري |
| Copepoda. | حائلة الكوبويود (من : ريات) . |
| Coral shelves. | الرفارف المرجانية . |
| Coral reefs. | الجوانب المرجانية . |
| Cone. | باطيت الأرض . |
| Coner. | بريمة سفر - المناجور |
| Coring. | استخراج عينات الصخور |
| Crabs. | الساكورايا |

(١) يقصد بالرفف القاري (الجمع : روافف) . الأطراف الهامشية للقارات الواقعة أسفل مياه البحار . وقد اعتاد بعض الكتاب استخدام تعبير « الرصيف القاري » إلا أن هذا التعبير الأخير يخلط بين مدلول معنى الرفارف القارية واللبهول الصخري البحرية .

Mérine Plaisforms

| | |
|---------------------|--------------------------------|
| Crayfish . | جراد البحر (استاكوزا) |
| Crustacea. | حائطة السركتاسيا (من القشريات) |
| Crust of the earth. | قشرة الأرض |

D

| | |
|------------------------------|---|
| Dark Nebulae. | السحب القاتمة الغنية |
| Deep-sea camera. | الكاميرات تصوير الاعماق البعيدة |
| Deep-sea trenches. | الخنادق أو الحفائق المحيطية العميقة |
| Deglaciation. | تقويض الجليد |
| Demersal fish. | الأسماك التي تعيش بالقرب من قاع البحر |
| Diatoms. | كائنات الدياتوم |
| Bladder type diatoms. | الدياتومات المنصبة |
| Needle or hair-type diatoms. | الدياتومات المشعرة |
| Ribbon type diatoms. | الدياتومات الشريطية |
| Branched type diatoms. | الدياتومات الشجرية |
| Diatom ooze. | الاورز الديالومي |
| Diatom's flowering. | ازدهار الدياتوم |
| Dinoflagelates. | الدينوفلاجلات |
| Disphotic zone. | طبقة ثنائية ذات كمية محدودة من الانعكاسية |
| Dolphin. | الدلفين |
| Drifting float. | العوامات الطافية |
| Dynamic meteorology. | المتنورولوجيا الديناميكية |

E

| | |
|----------------|------------------------------|
| Echinocardium. | كائنات الايكورديد |
| Echinus | قنبر الماء |
| Echo sounder. | جهاز تسجيل مدى الصوت |
| Eel | تسك الثعبان |
| Eel grass. | حشائش الثعبان البحري |
| Elasmobranchii | أسماك غضروفية شبهية الحياشيم |

| | |
|------------------------|---|
| Emergence shelves. | الرفوف القارية المرفوعة |
| Eriphia (Crah) | ابوجلبو |
| Estuaries | المضايق البحرية . |
| Euphotic zone. | طبقة المياه السطحية التي تحتوى على نسبة عالية من الاشعة الشمسية . |
| Euryhaline organisms. | كائنات تتحمل التغير المريع في درجة حرارة المياه . |
| Eurythermic organisms. | كائنات تتحمل التغير السريع في درجة حرارة المياه . |
| Eustatism. | حركات التوازن الارضية . |

F

| | |
|-----------------|-----------------------------|
| Fission theory. | نظرية انشطار الكواكب . |
| Fjords. | الفيوردات . |
| Flat fish. | الاسماك المسطحة المتكلم |
| Foramouifers. | الفورامينيفرا . |
| Fringing reefs. | الحواجز الحدية . |
| Fringing seas. | البحار الحدية أو الهامشية . |

G

| | |
|-------------------------|---------------------------------|
| Geodetic change. | التغيرات الجيوديسية . |
| Geophysics. | الطبيعة الارضية . |
| Glacial eustatism. | التغيرات الايوستاتية الجليدية . |
| Glacial shelves. | الرفوف القارية الجليدية . |
| Glaucinite. | الجلوكونيت . |
| Globigerina ooze. | الأوز الجلوبيجرينى . |
| Graphy. | وصف . |
| Great nebulae in orion. | السدم العظمى الموهجة . |
| Gnano. | السماد الطيني (جوانو) |
| Guyots. | الجبال المصطنية المحيطية . |

ii

| | |
|-------------------------|--|
| Haddock | سمك الهادوك |
| Hake | سمك الحيك |
| Halibut | سمك الهالبيوت |
| Herring family (clupea) | عائلة أسماك الرنجة . |
| High islands. | الجزر (البركانية) المنفعة . |
| Hydrographic data. | البيانات الهيدروغرافية الخاصة بالحرارة والملوحة . |

I

| | |
|---------------------------|---|
| Ice-bergs. | الجبال الجليدية الطافية . |
| Ichthyology (Piscatology) | علم الأسماك |
| Isohalines. | خطوط الملوحة المتساوية . |
| Isopleth. | خطوط انشائية تربط بين الكميات المتساوية لأى عنصر . |
| Isopychal. | خطوط الكثافة المتساوية . |
| Isotherms. | خطوط الحرارة المتساوية . |

I

| | |
|-----------------|--------------------|
| Jelly fish. | الأسماك الهلامية . |
| Juvenile water. | المياه الأولية |

K

| | |
|-------|--|
| Krill | سكريل ، مواد غذائية خامة بالحيثان (اسم نرويجي) |
|-------|--|

L

| | |
|-------------------------|---|
| Labrax | سمك القاروص |
| Labrus | سمك البلطي |
| Large river shelves. | الرافد القارية عند مصبات الأنهار الكبرى |
| Littoral zone deposits. | رواسب المنطقة الساحلية . |

| | |
|----------------|--------------------------------|
| • Lobsters. | السرطان البحري (الأستوكوزا) |
| • Low islands. | الجزر (المرجانية) المنخفضة . |
| • Lunar tides. | قوة جذب القمر . |

M

| | |
|----------------------------|--|
| Mackerel. | أسماك الشكاريل . |
| Mantle | الطبقة الغشائية الداخلية من كوكب الأرض . |
| Marine. | بحري . |
| Marine biology. | علم الأحياء البحرية |
| Marine deposits. | رواسب بحرية . |
| Marine fungi. | الفطريات البحرية . |
| Marine geology. | الجيولوجيا البحرية . |
| Marine platforms. | السهول تحتائية البحرية |
| Marine sedimentology. | دام الرواسب البحرية |
| Marine terraces. | المدرجات البحرية . |
| Maritime climate. | المناخ البحري |
| Milazzian terrace. | المدرج الميلازي |
| Mohorovicic discontinuity. | الحشد الموهوروفيتشي |
| Monastirian terrace. | المدرج المونستيري . |
| Mugil | تمك بوري |
| Mugil Saliens | بوري صغير الحجم (جران) |

N

| | |
|--------------------------|--|
| • Neap tides. | المسيب المتبدل |
| Nebular cloud theory. | نظرية السحب النجمية |
| • Negative change. | تغيرات جيوديسية سالبة . |
| • Nekton. | كائنات تستطيع السباحة بنفسها . |
| • Neritic. | البيئة البحرية في الأعماق الضحلة . |
| • Neritic zone deposits. | رواسب الأعماق الضحلة . |
| • Nova theory. | (خاصة منطقة الرافوف النارية) نظرية ميلاد نجم سماوي جديد . |

| | |
|--------------------|--------------------------|
| Nudibranchs. | كسلانة البحر |
| Nursing ground. | أرض حضانة الأسماك . |
| Nutrient material. | المواد الغذائية بالبحر . |

O

| | |
|----------------------------------|--|
| Ocean. | محيط . |
| Oceanography. | حفرات المحيطات . |
| Oceanology. | علم البحار والمحيطات . |
| Okeanos. | محيط (مصير يوناني قديم) . |
| Old penepplain. | سهل بحافى قديم . |
| Open oceans. | البحار والمحيطات المفتوحة (خارج منطقة الرقارب التاريخية) |
| Open sea or deep water sediments | رواسب المياه العميقة في البحار المفتوحة . |
| Orange peel - sampler. | كباشاة الأعماق . |
| Organic deposits. | رواسب عضوية . |
| Orogeny. | فترة تكوين السلاسل الجبلية العظمى . |
| Over-fishing. | عمليات الصيد غير المنظمة . |
| Oyster. | الأرسترا |

P

| | |
|------------------------|---|
| Pack-ice. | الجليدى البحر الطافي |
| Pebbles. | الحصى |
| Pelagic deposits. | رواسب المياه العميقة في البحار المفتوحة . |
| Pelagic fish. | أسماك مياه البحار المفتوحة . |
| Pelagic zone. | بئة مياه البحار المفتوحة . |
| Epipelagic zone. | منطقة الماء المحيطية السطحية . |
| Bathypelagic zone. | منطقة الماء المحيطية المتوسطة العمق |
| Abyssopelagic Zone. | منطقة الماء المحيطية العميقة الضيق . |
| Perigee | أقرب فوتم للقمر من الأرض . |
| Photosynthesis | عملية التمثيل السكوروبيل . |
| Physical oceanography. | الانثياوغرافيا الطبيعية |

Phytoplankton.

الفيغوبلانكتون (البلاكتون النباتي) .
أعشاك الباشارد .

Pichard.

Plaice (Pleuronectes Platessa)

شعك البليس (سك موسى) .
نظريه السكونيات .

Planetesimal theory.

البلاكتون .

Plankton.

Planktonic foraminifera.

الموزاينيفرا البلاكتونية .
الديدان الثاقبة .

Poturhaetes.

Portolano cherts.

خزائن البورتولانو

Potential temperature.

درجة الحرارة الفعلية لليماء .
الشمس الأصلية أو الأولية .

Primitive sun.

Psammisphaera rustica.

كائنات سمسمفيرا روستيكا .

Pteropede ooze.

الأوز: البتروبودي .

Pure water.

المينسدام الناعية .

R

Raised beaches.

الشواطئ المرتفعة .

Red clay.

الانصالح الأحمر .

Round fish.

الأسماك المستديرة الشكل .

S

Sagitta elegans.

Sagitta setosa.

Salmon

Salinity.

Sampling.

Sardines.

Scuba photography.

سجيتا اليجنا (زوبلانكتون) .

سجيتا ستوزا (زوبلانكتون) .

سمك السلمون (١) أو سمك سليمان
الملوحة .

تجميع عينات الرواسب

السردين

التصوير تحت الماء باستخدام رداء الغطس

(١) ملاحظة: حرف « 1 » لا ينطق به ، ولذلك الإمضاء يطابق عليه خطأ اسم .

« السالمون »

| | |
|--------------------------|--|
| Scallops. | الاسكالوب. |
| Sea. | بحر. |
| Sea - anemones. | شقائق النعمان. |
| Sea - cucumber. | خيلو البحر. |
| Sea - floor. | قاع البحر. |
| Sea - flowers. | زهور البحر. |
| Sea fogs. | الضباب البحرى. |
| Sea ice. | الثلج البحرى. |
| Sea - lilies. | زنايق البحر. |
| Sea - lion. | سيهم البحر. |
| Sea - star. | نجم البحر. |
| Sea - turtle. | سلحفاة بحرية. |
| Sea urchin. | قنفذ البحر. |
| Seals. | عجول البحر. |
| Sea mounts. | الشلل البحرية. |
| Sedimento - eustatism. | تغير مستوى سطح البحر بفعل ضغط الرواسب. |
| Sediments. | رواسب. |
| Serpentinization. | عملية الترسبة (إضافة المياه الى الأوليفين وتتكون من صخور السربنتين) . |
| Shallow water sediments. | رواسب المياه الضحلة القريبة من الشاطئ. |
| Shark. | تمك القرش. |
| Shoals. | مرب أزجاعة كبرى من الاسماك . |
| Shrimps. | الجمبرى . |
| Sial. | صخور السيلال (سليكات الالومنيوم) . |
| Sicilian terrace. | المنحدر المقلد . |
| Siliceous ooze. | الاذن السليكي . |
| Sima. | صخور السيمال (سليكات الالافسيوم) . |
| Sinusoidal wave. | الامواج التباينة الشكل . |
| Solar tides. | قوة جذب الشمس . |
| Sole. | تمك البهولي . |
| Solitary waves. | الامواج الفردية المنعزلة . |

| | |
|-------------------------|--|
| Sounding. | طريقة الصوت . |
| Spermatophyta. | النباتات البذرية . |
| Sprat. | الاسبران . |
| Spring tide. | المسد العالي |
| Star fish. | سمك النجمة |
| Stenohaline organisms. | كائنات يتأثر نموها بتغير نسبة ملوحة المياه . |
| Stenothermic organisms. | كائنات يتأثر نموها بتغير درجة حرارة المياه . |
| Submergence shelves. | الرفارف القارية الناطقة . |
| Submarine Canyon. | الانحداب المحيطية العميقة . |
| Submarine ridges. | الحواجز المحيطية العميقة . |
| Suspension current. | تيار بحري معلق . |

T

| | |
|---------------------------|--|
| Tectogene. | جلد التثاقل الصخر؛ المصرة العميقة . |
| Tectono - eustatism. | تغير مستوى سطح البحر بواسطة الحركات التكتونية |
| Teleostomi | أسمك عظمية |
| Terrigenous deposits. | رواسب قارية . |
| Thalasa. | ثالاسا (البحر الإيثن المتوسط - تعبیر يوناني قديم) . |
| Thalssography. | جغرافية البحار أو البحر المحيط (تعبیر غير مستخدم حالياً) . |
| Thallophyta. | عائلة نباتات المثيرات . |
| Tides. | المسد والجزر . |
| Trichodesmium Erythraeum | عائلة الطحالب الخضرراء . |
| Trochoidal waves. | الامواج الخزونية . |
| (Temperature-Salinity D.) | تطامح الحرارة - الملوحة . |
| T.S. diagrams. | الامواج العميقة التي تتولد بفعل الزلازل |
| Tsunami. | التيارات الدوامية العكسة . |
| Turbidity Currents. | المدرج التبراني . |
| Tyrrhuan terrace. | |

U

Upwelling.

حركات التقلب أو التوازن الرأسية بالماء .

V

Van Veen or Patterson grab sampler

كباشه باترسون .

W

Water masses.

الكتل المائية .

Water sampling bottles.

زجاجات عينات المياه .

Whales.

الحيتان .

Whalebone whales.

الحيتان العظمية .

Toothed whales.

الحيتان ذات الاسنان .

The right whales.

الحيتان الأصلية .

The rorquals whales.

حيتان الروركوالس .

Balaenoptera musculus.

الحيتان الزرقاء .

Balaenoptera physalus.

الحيتان ذات الزعانف .

Megaptera Novae - angliae.

الحيتان الحدية الظاهر (جل البحر)

Orcinus orca

الحيتان القاتلة أو السفاح .

Z

Zooplankton.

الزوبلانكتون (البلانكتون الحيواني) .

Zostera.

جشائش شهاب البحر .

أهم المراجع

أولا - المراجع العربية

أنور عبد العظيم : « الثروة المائية في جمهورية مصر العربية »
دار المعارف عام ١٩٦١ .

أنور عبد العظيم : « البحار والمحيطات » الدار القومية للطباعة والنشر
عام ١٩٦٤ .

حسن أبو العينين : « جغرافية البحار والمحيطات » الطبعة الأولى
بيروت ١٩٦٧ .

حسن أبو العينين وسيد

حسن شرف الدين : « الأحياء و جغرافيا الطبيعية » الطبعة الأولى - دار
المعارف - الاسكندرية ١٩٦٩ .

حسن أبو العينين : « كوكب الأرض - ظواهره التضاريسية والكهربية »
مؤسسة الثقافة الجامعية - الطبعة الرابعة الاسكندرية
١٩٧٦ .

حسن أبو العينين : « أصول الجيومورفولوجيا » مؤسسة الثقافة
الجامعية - الطبعة الثالثة الاسكندرية ١٩٧٦ .

حسن أبو العينين : « جغرافية العالم الإقليمية » - آسيا الموسمية وعالم
المحيط الهادئ - مؤسسة الثقافة الجامعية - الطبعة
الثالثة - الاسكندرية ١٩٧٦ .

حسن أبو العينين : « دراسات في جغرافية لبنان » بيروت ١٩٦٨ :

براشيل كارسون : « البحر المحيط بنا » سلسلة الألف كتاب - القاهرة
١٩٥٤ .

ي أندروز : « الحيتان » ترجمة محمد صابر سليم - دار المعارف

. ١٩٦٤

سعد قسطندي مالطي : « بحيرات مصر الشمالية » رسالة ماجستير ، القاهرة

. ١٩٦٠

شريف محمد شريف : « جغرافية البحار والمحيطات » القاهرة ١٩٦٤ .

صلاح الدين الزرقا

ورياض قوره : « النضر الموسمي للمصيد من أسماك البحر الأبيض

المتوسط » وزارة البحث العلمي - النشرة رقم ٧٤

أغسطس ١٩٦٤ .

هيلين فوجل ، وماري

كاروزو : « حصاد المحيط » ترجمة زكريا فهمي - دار

النهضة العربية عام ١٩٦٥ ،

تقاوير هيئات :

- بيانات عن المصايد السمكية بجمهورية مصر العربية - قسم الإحصاء

للسنوات ١٩٦٢ ، ١٩٦٣ ، ١٩٦٤ ، ١٩٧٣ .

- تقدير الإنتاج السمكي لجمهورية مصر العربية عام ١٩٦٢ وعام ١٩٦٤

وزارة البحث العلمي - مركز بحوث البحار والمصايد بالاسكندرية .

- الجهاز المركزي للتعينة العامة والإحصاء - إحصاءات الإنتاج السمكي

في جمهورية مصر العربية عام ٧١ - ١٩٧٢ - مرجع رقم ١٢١٨ / أ ٧٤

سبتمبر ١٩٧٤ .

١٥ - المراجع الأجنبية

- Agassiz, A., (General report of the expedition steamer Albatross, from Feb. to May, 1891.) Bull. Muscum Comp. Zool. vol. 23. (1862),.
- Airy, G. B., (On tide and waves), Encycl. Metropolitana, vol. 5 (1845), 241 — 396
- Arr, von, W. S., (Introduction to physical oceanography), London, (1962).
- Balls, R., (Fish Capture), London, (1961).
- Bezrukoy, P. L., (Bottom Sediments of the Okhotsk Sea), Repts. Ins. Oceanology, vol. 32 (1960), 15—95.
- Bourcart, J., (Le Fond des Océans), Presses Université de France. Paris, (1954).
- Bourcart, J., (Les vases de la Méditerranée et leur mécanisme de dépôt). Deep-Sea Research, vol 1. (1954), 126—130,
- Boutan, B., (La Photographie Sous Marine), Schleicher Frères. Paris, (1900),
- Bucher, W. H., (The deformation of the earth's Crust), Princeton, U. S. A., (1933).
- Cameron, F. W., (The Philippine Islands), Harvard Univ. Press, (1945)
- Carsola, A. J., (Submarine canyons on the Arctic slope), Jour. Geology vol. 62 (1954), 605 — 610.
- Carsola, A. J., (Submarine geology of two flat-topped seamounts), Amer. Jour. Sci., vol. 259 (1952), 481—497.

- Carson, R. L., (The sea around us), Oxford Univ. Press, (1951).
- Chubb, L. J., (The structure of the Pacific Basin), Geol. Mag., vol 69 (1934).
- Cówen, R. C., (Frontiers of the sea), London, (1960).
- Cross, E. R., (Under water photography and Television), New York, (1954).
- Cumberland, K., (Southwest Pacific), London (1958).
- Curray J. R., (Late Quaternary sea level; a discussion.) Bull. Geol. Soc. America., vol 72 (1961), 1707-1712.
- Daly, R. A., (The glacial - control theory of coral reefs), Proc Amer. Acad. Arts, Sci, vol 51 (1915), 157-251
- Daly, R. A., (Origin of submarine canyons), Amer. Jour. Sci, vol 13 (1936) 401 - 420).
- Daly, R. A., (The changing world of the Ice Age), London, 1936.
- Dana, J. D., (Origin of Coral reefs and islands). Amer. Jour. Sci., vol. 30 (1885), 169-191.
- Darwin, Charles., (The structure and distribution of coral reefs), London, (1842).
- Davis, W. M., (The coral-reef problem) Amer. Geol. Soc., No. 9 (1928).
- Dietz, R. S., (Geomorphic evolution of continental terrace). Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, vol 36 (1952).

- Dietz, R. S., (Hawaiian swell...) Jour. Geol., vol. 61 (1953), 99-113
- Dietz, R. S., (Continent and ocean basins...) Nature, vol. 190 (1961), 854 - 857.
- Emery, K. O., (The sea of southern California), Wiley, New York, (1960).
- Ewing, J., (Geophysical measurements in the western Caribbean Sea), Jour. Geophys. Research, vol. 65 (1960)
- Ewing, M., (Photography of the ocean bottom), Jour. Optical Soc. Amer. vol. 36 (1946), 307 - 321.
- Ewing, M., (A theory of ice Ages) science, vol. 127, (1958).
- Flint, R. F., (Glacial and Pleistocene geology), New York, (1957)
- Flint, R. F., (Climatic changes since the last interglacial), Amer Jour. Sci, vol. 259 (1961), 321 - 328.
- Freeman, O.W., (Geography of the Pacific,) London, (1961).
- Gaskell, T. F., (Under the deep oceans). London, (1969).
- Godwin, H., (Radio carbon dating of the late-glacial period in Britain), Proc. Roy. Soc. (London), vol. 150 (1959), 199 ... 215.
- Graham, M., (Rational fishing of Cod in the North Sea), London, (1948).
- Graham, M., (Sea fisheries) London, (1956).
- Gripenberg, S., (Sediments of the North Baltic), Hav forskningsinstitutes, Skrift no. 96, (1924).

- Gulicher, A. (Coastal and Sub marine morphology) London,
(1958), (Trans. by B. W. Sparks)
- Hardy, A. (The open sea I, The world of Plankton),
Collins, London, (1956).
- Hardy, A. (The open sea II, Fish and fisheries) Collins,
London, (1959).
- Heezen, B. C. (Dynamic processes of abyssal sedimentation),
Geophys. Jour. Roy. Astron. Soc., vol. 2 (1959)
142 — 163.
- Heezen, B. C. (The rift in the ocean floor). Sci American,
(1960), 98 — 114.
- Heezen, B. C. (The Floors of the ocean...) Geol. Soc. America
Spec. Paper 65 (1959),
- Hess, H. H. (Drowned ancient islands of the Pacific basin),
Amer. Jour. Sci., vol 244 (1946), 772 — 791.
- Holstedahl, H. (Some remarks on the geomorphology of conti-
nental shelves off Norway), Jour Geology, vol.
66 (1958), 461 — 471.
- Hodgson, W. C. (The herring and its fishery), London. (1957).
- Johnson, D. W. (Shore processes and shoreline development),
New York, (1919)
- Johnson, D. W. (The origin of submarine canyons). New York,
(1939).
- Johnstone, J. (The marine plankton), London, 1924

- Keith, A., (The Grand Banks earthquake), Seismol. Soc. Amer (1930).
- King, C. A. M., (Beaches and coasts), London, (1959).
- King, C. A. M., (Oceanography for geographers), London, (1962).
- King, L. C., (Morphology of the Earth), London, (1962).
- Kuenen, H., (Rate and mass of deep sea sedimentation), Amer. Jour. Sci, vol. 244 (1946), 563-572.
- Kuenen, H., (Marine Geology), New York, (1950).
- Kuenen, H., (Origin and classification of submarine canyons), Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 64 (1953).
- Lake, P., (Physical geography), Cambridge, 1948.
- Menard, H. W., (Pleistocene and Recent sediment from the floor of the northwest Pacific), Bull. Geol. Soc. America, vol. 64, (1953), 1279-1294.
- Menard, H. W., (Deformation of the northeastern Pacific Basin), Bull. Geol. Soc. America, vol. 66 (1955).
- Menard, H. W., (Geology of the Pacific sea floor), Expérientia, vol. 15 (1959), 205-213.
- Menard, H. W., (The East Pacific Rise), Science, vol. 132, (1960), 1737-1746.
- Phleger, F. B., (Ecology of Foraminifera...), Bull. Geol. Soc. Amer. vol. 46 (1951), 1-88.
- Pröbstman, J., (Dynamical oceanography), London (1953).
- Revelle, R. R., (On the history of the oceans), Jour. Marine Research, vol. 14, (1955), 441-461.

Shepard, F. P., (Submarine geology), New York, 1948, and 1962.

Shepard, F. P., (The earth beneath us), Baltimore, (1959).

Shepard, F. P., (Revised classification of marine Shorelines), Jour.
Geol. vol. 45 (1937), 602 — 624.

Shepard, F. P., (Composite origin of submarine canyons), Jour.
Geol. vol. 60, (1952), 84—96.

Shepard, F. P., (Distribution of sediments on east Asiatic
Continental Shelf). Allan Hancock Foundation,
No. 31 (1949). 1—94

Smart, W. M., (The origin of the Earth,). A Pelican Book.,
(1959).

Steers, J. A., (The coral islands ...) Geog. Jour. vol. 89 (1937),
1—146.

Steers, J. A., (The Coastline of England and Wales). Cambridge
(1948).

Stommel, H., (The Gulf Stream), Univ. of California Press,
(1958).

Sverdrup, H. U.

and others, (The Oceans...), Prentice-Hall, New Jersey,
(1942 and 1962)

Umbgrove,

J. H. F., (Coral reefs of East Indies), Bull. Geol. Soc. Amer.,
vol. 58 (1947).

Valentin, H., (Die Kusten der Erde), Berlin, (1952).

Van Straaten,

L. M., (Rhythmic patterns on Dutch North Sea beaches).
Overdruk uit, Geol. en Mijnbouw. vol. 15 (1953),
31-43.

Vening Meinesz,

F. A., (Gravity Expeditions at Sea), Waltmann., Delft,
vol. 1 (1932).

Vening Meinesz,

F. A., (Plastic buckling of the earth's crust), Geol. Soc.
Amer. vol. 62 (1955), 319-330.

Walford, A., (Living resources of the sea), The Ronald
Press. (1958).

Wegener, A., (The origin of Continents and oceans). New
York (1924).

Wright, G. F., (The Ice Age in North America). Ohio, (1911).

Wright, W. B., (The Quaternary Ice Age), London, (1937).

Zeigler, J. M.,

and other, (Profiles across the Peru-Chile Trench.), Deep-Sea
Research, vol. 4, (1957), 238-249.

Zenkevitch, L. A., (Importance of deep-sea research), Trud: Inst.
Okeanol. vol. 12 (1955). (Trans. from Russian).

Zenkevitch, L. A., (On the genesis of cusped spits along lagoon
shores). Jour. Geol. vol. 67 (1959), 269-277,

Zeuner, F. E., (Dating the Past), London (1950).

Zeuner, F. E., (The Pleistocene Period). London, (1959).

Zhivago, A. V., (Types of bottom relief in the southern Indian Ocean). International Oceanographic Congress. Washington, (1959).

U.N.E.S.C.O., UNESCO Symposium on physical oceanography. Tokyo (1965).

فهرس محتويات الكتاب

الصفحة

١٣-٩

١٧-١٥

تقديم

مقدمة

الباب الاول

: تعريف علم البحار والمحيطات وصلته بالعلوم

٣٠-٢١

الأخرى.

: مراحل اكتشاف أبعاد البحار والمحيطات،

وأثر ذلك في نشأة الفكر الأقيسانوغرافي

٨٥-٣١

وتطوره

الفصل الأول

الفصل الثاني

الباب الثاني

: ميلاد الكرة الأرضية وتكوين قشرها

١٠٣-٨٩

الخارجية .

١١٣-١٠٥

: نشأة مياه البحار والمحيطات .

: تذبذب مستوى سطح البحر خلال الأزمنة

١٣٠-١١٥

الجيولوجية المختلفة .

الفصل الثالث

الفصل الرابع

الفصل الخامس

الباب الثالث

: الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه البحار

١٧٣-١٣٣

والمحيطات .

الفصل السادس

| | |
|---------|--|
| الصفحة | |
| ٢٠٤-١٧٥ | : الفصل السابع الكتل المائية بالبحار والمحيطات . |

الباب الرابع

| | |
|---------|-----------------------------------|
| ٢٢٢-٢٠٧ | : الفصل الثامن المد والجزر . |
| ٢٣٦-٢٢٥ | : الفصل التاسع الأمواج . |
| ٢٥٣-٢٢٧ | : الفصل العاشر التيارات البحرية . |

الباب الخامس

| | |
|---------|--|
| ٢٨٢-٢٥٧ | : الفصل الحادي عشر . مورفولوجية القاع العميق للبحار والمحيطات . |
| ٢١٦-٢٨٣ | : الفصل الثاني عشر مورفولوجية القاع الضحل للبحار والمحيطات |
| ٣٤٣-٣١٧ | : الفصل الثالث عشر بعض الظواهر الثانوية فوق قاع البحار والمحيطات . |

الباب السادس

| | |
|---------|---|
| ٣٦٣-٣٤٧ | : الفصل الرابع عشر : السواحل البحرية ، وكيفية تصنيفها |
| ٣٨٤-٣٦٥ | : الفصل الخامس عشر : الرواسب فوق قاع البحار والمحيطات . |

الباب السابع

| | |
|---------|---|
| ٤٤١-٣٨٧ | : الفصل السادس عشر : بعض الكائنات الحية في البحار والمحيطات |
|---------|---|

الفصل السابع عشر : الإنتاج العلمى من الأسماك . ٤٤٣-٤٧٣

الفصل الثامن عشر : الثروة السمكية فى جمهورية مصر العربية ٤٧٣-٥١٤

الباب الثامن

الفصل التاسع عشر : دراسة إقياوغرافية تطبيقية للمحيط الهادى ٥١٧-٦٠١

الفصل العشرون : أهمية علوم البحار والمحيطات فى الحياة

العملية . ٦٠٣-٦٢٨

يمان لبعض وحدات قياس المسافات والخصائص الطبيعية

والكيميائية لمياه البحار . ٦٢٩-٦٣٠

تعريب بعض المصطلحات العلمية التى ورد ذكرها بالكتاب .

(مرتبة بحسب الحروف الأبجدية الإنجليزية) . ٦٣١-٦٤٢

أهم المراجع

أولاً : المراجع العربية ٦٤٣-٦٤٥

ثانياً : المراجع الأجنبية . ٦٤٦-٦٥٢

فهرس محتويات الكتاب . ٦٥٢-٦٥٥

فهرس الأشكال التى وردت بالكتاب . ٦٥٦-٦٦٦

فهرس الاشكال التي وردت بالكتاب
أولا : الخرائط الاشكال التوضيحية

| رقم الشكل | الصفحة |
|---|--------|
| ١ - المتنحني الهيسوغرافي للقشرة الأرضية | ٢٥ |
| ٢ - خط سير رحلة شالدرج البحرية (ديسمبر ١٨٧٢ - | |
| إلى مايو سنة ١٨٧٦) . | ٥٦ |
| ٣ - تحديد عمق المياه ، وتمييز التركيب الصخري لقاع البحار | |
| باستخدام طريقة الصوت . | ٦٧ |
| ٤ - برصة الأعماق لكونلبرج | ٧١ |
| ٥ - أمثلة لبعض الأنابيب التي تستخدم عند أخذ عينات لمياه | |
| البحار على أعماق مختلفة . | ٧٥ |
| ٦ - ذبذبات مستوى سطح البحر الأيوستاسية خلال الزمن | |
| الجيولوجي الرابع . | ١٢١ |
| ٧ - المتوسط السنوي لخطوط الحرارة المتساوية | |
| (بالدرجات ف°) | ١٣٧ |
| ٨ - خطوط الحرارة المتساوية للمياه السطحية على عمق ٢ متر | |
| (بالدرجات المئوية) . | ١٤١ |
| ٩ - خطوط الحرارة المتساوية للمياه على عمق ٤٠٠ متر | |
| (بالدرجات المئوية) . | ١٤٢ |
| ١٠ - المدى الحراري السنوي للمياه السطحية بالمحيطات المختلفة | |
| ونصيبها من الإشعاع الشمسي . | ١٤٦ |
| ١١ - المتوسط الشهري لدرجة حرارة المياه بخلج مونترى | |

- بكاليفورنيا (أ) وخليج كورشيرو (ب) على الساحل الجنوبي لليابان . ١٤٧
- ١٢ — المتوسط الشهري لدرجات حرارة المياه بخلجسيج بسكاي على أعماق مختلفة . ١٤٩
- ١٣ — العلاقة بين ملوحة المياه السطحية ودرجة التساقط عند دوائر عرض مختلفة . ١٥٢
- ١٤ — خطوط الملوحة المتساوية للمياه السطحية خلال فصل الصيف الشمالي (جزء في الألف) . ١٥٦
- ١٥ — اختلاف نسبة ملوحة المياه السطحية بالمحيط الأطلسي . ١٥٧
- ١٦ — أثر التيارات السفلية بالبحر الأبيض المتوسط في تعديل ملوحة المياه بالمحيط الأطلسي الشمالي . ١٥٩
- ١٧ — التوزيع الجغرافي لأمتداد الجليد البحري ، والجبال الجليدية الطافية بالمحيطات القطبية الجنوبية . ١٧١
- ١٨ — ١ — نسبة ملوحة عينات من المياه واختلاف درجة حرارتها ، موقعة حسب أعماقها . ١٧٧
- ب — نفس عينات المياه السابقة في قطاع الحرارة — الملوحة دون الإشارة إلى أعماقها ويظهر كذلك خطوط الكثافة المتساوية (σ_t) . ١٧٧
- ١٩ — قطاعات الحرارة - الملوحة للكتل المائية في المحيط الأطلسي ١٨٣
- ٢٠ — الخصائص الطبيعية للكتل المائية بمياه البحر الأبيض المتوسط . ١٩٠
- ٢١ — قطاعات الحرارة - الملوحة للكتل المائية في النصف الشمالي من المحيط الهادي . ١٩٦

- ٢٢ — قطاعات الحرارة - الملوحة للكتل المائية في النصف الجنوبي من المحيط الهادئ . ١٩٩
- ٢٣ — قطاعات الحرارة - الملوحة للكتل المائية في المحيط الهندي . ٢٠٢
- ٢٤ — التوزيع الجغرافي للكتل المائية السطحية بالبحار والمحيطات . ٢٠٣
- ٢٥ — توزيع قوى المد والجزر في حالة وقوع القمر على امتداد خط الاستواء وفي حالة وقوعه شمال خط الاستواء . ٢٠٩
- ٢٦ — المد العالي في حالة البدر . ٢١١
- ٢٧ — المد المعتدل . ٢١٢
- ٢٨ — تسجيل ثلاثة أشكال مختلفة لمنحنيات المد والجزر ٢١٤
- ٢٩ — أشكال متعنيات المد والجزر ٢١٥
- ٣٠ — خطوط أوقات المد المتساوي في المحيط الأطلسي الشمالي ٢١٩
- ٣١ — خطوط أوقات المد المتساوي حول الجزر البريطانية . ٢٢٠
- ٣٢ — متوسط ارتفاع منسوب المد حول الجزر البريطانية ٢٢١
- ٣٣ — مراحل تكوين عملية المد والجزر في بحر الشمال ٢٢٢
- ٣٤ — شكل الموجة والمصطلحات الخاصة بمورفولوجيتها العامة . ٢٢٦
- ٣٥ — الحركة الدائرية لأجزاء مياه موجة متوسطة الارتفاع . ٢٢٧
- ٣٦ — تكسر الأمواج في الخلجان والبروز البحرية . ٢٣٣
- ٣٧ — حوكة التيارات البحرية السطحية في المحيط الأطلسي الشمالي . ٢٤١
- ٣٨ — حركة التيارات البحرية السطحية في محيطات العالم ٢٤٦
- ٣٩ — حركة التيارات البحرية السطحية في المياه القطبية الجنوبية . ٢٥٢
- ٤٠ — الحواجز المحيطية العظمى والسهول والأحواض التي تنحصر بينها فوق قاع المحيط الأطلسي ٢٦٠

- و. رقم الشكل .
 الصفحة .
- ٢٦٧ ٤١ — التركيب الضخري أسفل خنادق تونجا المحيطي .
- ٤٢ — العلاقة بين موقع الحواجز المحيطية والخطوط الفاصلة بين
- ٢٧٢ الأحواض المحيطية .
- ٢٧٤ ٤٣ — أعماق قاع المحيط الأطلسي .
- ٢٧٦ ٤٤ — تصنيف الحواجز المحيطية تبعاً لاختلاف تركيبها الصخري .
- ٤٥ — بعض القطاعات التي توضح تضرس قاع المحيط الأطلسي
- ٢٧٧ وشكله العام .
- ٤٦ — الطرق المختلفة التي قد تتكون بواسطتها الحواجز المحيطية
- ٢٨٠ العظيمى حسب آراء « هيس » سنة ١٩٤٦ .
- ٢٨٩ ٤٧ — أنواع الرواسب فوق أرضية البحر البلطى وبحر الشمال .
- ٢٩٢ ٤٨ — مورفولوجية قاع خليج المكسيك .
- ٢٩٥ ٤٩ — تنوع الرواسب فوق الرفوف القارية للبحر الأصفر .
- ٥٠ — تنوع الرواسب فوق أرضية الرفوف القارية للساحل
- ٢٩٦ الشرق للصين .
- ٣٠٤ ٥١ — إختلاف نشأة الرفوف القارية .
- ٣١٢ ٥٢ — بعض العوامل التي تساهم في نشأة المنحدر القاري .
- ٥٣ — أخدود « هسن » المحيطي كما توضحه خطوط الأعماق
- ٣١٨ المتساوية .
- ٣١٩ ٥٤ — الشكل الشجري لأخدود المحيط الأطلسي الشمالي وروافده .
- ٣٢٠ ٥٥ — أخدود الكنفو المحيطي .
- ٥٦ — الجزر المرجانية الحلقية ١ - جزيرة فانيكورو - من

- للمجموعة جزر كارولين .
- ب - جزيرة مرجانية سدية -
- ٣٣٢ جزيرة كوهاس .
- ٣٣٣ ٥٧ - نماذج لبعض أنواع الجزر بالمحيط الهادى .
- ٣٣٤ ٥٨ - جزيرة ماجورو المرجانية الحلقية (مجموعة جزر مارشال) .
- ٣٣٦ ٥٩ - مجموعة جزر ياب بالمحيط الهادى .
- ٣٣٧ ٦٠ - نشأة الجزر المرجانية حسب تفسير شارلس داروين .
- ٣٤٠ ٦١ - نشأة الجزر المرجانية حسب تفسير دالى .
- ٦٢ - قطاع تخطيطى للحاجز المرجانى العظيم ، بشمال شرق
- ٣٤٢ أستراليا .
- ٣٧٤ ٦٣ - أنواع الرواسب فوق قاع البحار والمحيطات .
- ٣٩٥ ٦٤ - دورة نمو الكائنات الحية بالبحار والمحيطات .
- ٣٩٦ ٦٥ - بعض أنواع من النباتات البحرية .
- ٤٠٠ ٦٦ - بعض الكائنات البحرية الرئيسية .
- ٦٧ - نماذج من الكائنات البحرية التى تدخل فى تركيب رواسب
- ٤٠٢ الألوز العميقة .
- ٦٨ - نماذج من كائنات البلاكتون ، وخصائصها المتنوعة التى
- ٤٠٣ تساعد على الطوفان بالمياه السطحية .
- ٦٩ - الدورة السنوية لازدهار الدياتوم ببحر الشمال ، والعوامل
- ٤٠٨ التى تؤثر فيها .
- ٧٠ - تصنيف المياه حول الجزر البريطانية تبعاً لمجموعات

- ٤١٦ الزوبلانكتون التي تميزها .
- ٧١ - أ - موقع وضع بيض سمك البللس وتحرك الأجنة إلى أرض الحضانة على طول الساحل الهولندي .
- ٤١٧ ب - إنتشار أسماك البللس شمالا في بحر الشمال كلما ازدادت حجماً وكبرت عمراً .
- ٤١٨ ٧٢ - مناطق تكاثر بعض المجموعات السمكية وإنتشارها في المياه المحيطية حول الجزر البريطانية .
- ٤١٩ ٧٣ - بعض أسماك المياه العميقة .
- ٤٢٣ ٧٤ - المراكز الرئيسية التي تفرز فيها الرنجة يبيضها بحر الشمال .
- ٤٢٧ ٧٥ - أشكال بعض أنواع الحيتان .
- ٤٣٥ ٧٦ - التوزيع الجغرافي للسطحات المائية الخصبة بمياه البحار والمحيطات .
- ٤٤٤ ٧٧ - التوزيع الجغرافي للرفارف القارية .
- ٤٤٤ ٧٨ - أهم مناطق صيد الأسماك في العالم .
- ٤٤٥ ٧٩ - المناطق العظمية لصيد الأسماك من مياه البحار ، ومن المياه العذبة حسب إحصاءات ١٩٦٣ (بالأطنان) .
- ٤٤٩ ٨٠ - تطور الإنتاج العالمى من الأسماك فيما بين ١٩٣٨ - ١٩٦٣ .
- ٤٦٠ ٨١ - تطور الإنتاج العالمى للصيد من مجموعات الأسماك الرئيسية فيما بين ٣٨ - ١٩٦٣ .
- ٤٦٢ ٨٢ - نصيب قارات العالم من الإنتاج السنوى للأسماك وتطوره من عام ٣٨ - ١٩٦٣ .
- ٤٦٣

- ٤٦٨ - رقم الشكل
٨٣ - تطور نصيب أعظم الدول إنتاجاً للأسماك فيما بين عام ١٩٦٣ - ٣٨ .
- ٤٦٩ - ٨٤ - تطور كمية المصيد من مجموعات الأسماك البحرية الرئيسية فيما بين عام ١٩٦٣ - ٣٨ .
- ٤٨٢ - ٨٥ - نسبة إنتاج الأسماك المضادة من مياه البحار والبحيرات والمياه العذبة المصرية .
- ٤٨٣ - ٨٦ - نسبة المصيد من مناطق المسطحات البحرية المختلفة في الجمهورية العربية المتحدة عام ١٩٦٥ .
- ٤٨٧ - ٨٧ - جملة الإنتاج الشهري لمصايد المردن والجمهرى والأسماك الأخرى من مياه الساحل الشمالى لمصر عام ١٩٦٢ .
- ٥٠٠ - ٨٨ - التقدير الشهري للأسماك في مصر ، ونسبة المصيد من المسطحات المائية المختلفة حسب بيانات سنة ١٩٦٣ .
- ٥٠٩ - ٨٩ - التقديرات السنوية لمحطات إنتاج أسماك المياه العذبة في جمهورية مصر العربية من عام ٥٨ - ١٩٦٣ .
- ٥١٢ - ٩٠ - جملة إنتاج بعض أنواع الأسماك الرئيسية من المصايد المختلفة في جمهورية مصر العربية عام ١٩٦٢ .
- ٥٢٠ - ٩١ - نسبة حصة شركات تصنيع الأسماك من الأسماك الواردة محلياً اليها والمصنعة والمصدرة بمعرفتها حسب بيانات عام ١٩٦٣ .
- ٥٢٢ - ٩٢ - مراحل الكشف الجغرافية الرئيسية لجزر المحيط الهادى .
- ٥٢٣ - ٩٣ - خطوط الرحلات البحرية العامة التي قام بها معهد سيكريليس الأقيانوغرافى في المحيط الهادى حتى نهاية عام ١٩٦٦ .

- ٩٤ — مسالك الهجرات البشرية في المحيط الهادئ . ٥٢٣
- ٩٥ — الحدود الفاصلة بين المجموعات الرئيسية لسكان جزر المحيط الهادئ . ٥٢٦
- ٩٦ — عالم المحيط الهادئ . ٥٢٧
- ٩٧ — العزلة النسبية لأستراليا وجزر نيوزيلند . ٥٣١
- ٩٨ — الأعماق التي تزيد عن ٢٠٠٠ قامة بالمحيط الهادئ . ٥٤٣
- ٩٩ — النطاقات الجيولوجية الكبرى في المحيط الهادئ . ٥٤٥
- ١٠٠ — الحوائق المحيطية العظمى في المحيط الهادئ . ٥٤٦
- ١٠١ — جيولوجية الجزء الشمالي الشرقي من المحيط الهادئ . ٥٤٨
- ١٠٢ — التوزيع الجغرافي للرواسب فوق قاع الجزء الشمالي الشرقي للمحيط الهادئ . ٥٥٠
- ١٠٣ — قوس جزر ألوشيان . ٥٥٣
- ١٠٤ — العلاقة بين الحوائق المحيطية العظمى وأقواس الجزر المحيطية . ٥٥٧
- ١٠٥ — جيولوجية القمم الجنوبية الغربية من المحيط الهادئ . ٥٦٢
- ١٠٦ — الضغط والرياح في الصيف الشمالي بالمحيط الهادئ . ٥٦٧
- ١٠٧ — الضغط والرياح في الشتاء الشمالي بالمحيط الهادئ . ٥٧٠
- ١٠٨ — مسالك الأعاصير والهريكين في المحيط الهادئ . ٥٧٣
- ١٠٩ — حركة التيارات البحرية السطحية في المحيط الهادئ . ٥٧٥

١١٠ - توزيع المناطق الرئيسية لوجود الفلنبار فوق قاع المحيط

المهادى .

٤٨٢

١١١ - الطرق الملاحية البحرية بالمحيط الهادى .

٥٩٢

١١٢ - أنسياب السلع التجارية عبر أجزاء المحيط الهادى .

٥٩٤

١١٣ - الطرق الملاحية الجوية بالمحيط الهادى .

٥٩٥

١١٤ - مجموعات جزر المحيط الهادى .

٥٩٦

١١٥ - التنافس الإستعمارى فى المحيط الهادى .

٦٠٠

ثانيا - اللوحات

| رقم اللوحة | الصفحة |
|--|--------|
| ١ — ماثيو فونتين ماري | ٥١ |
| ٢ — سير تشارلس ويفيل طومسون | ٥٤ |
| ٣ — سفينة الأبحاث سبنسر . | ٦١ |
| ٤ — سفينة الأبحاث فيما . | ٦١ |
| ٥ — سفينة الأبحاث السوفيتية ميخائيل لونوسوف . | ٦٢ |
| ٦ — سفينة الأبحاث فيليب . | ٦٣ |
| ٧ — تسجيل الذبذبات الصوتية (سونوبروب) . | ٦٨ |
| ٨ — ١ - كباشة الأعماق البرتغالية الشكل في وضع استعداد . | ٧٠ |
| ب - كباشة بترسون . | ٧٠ |
| ٩ — ١ - ماسورة حفر قاع البحار والمحيطات . | ٧١ |
| ب - شبكة لتجميع قطع الصخور الممتدة من فوق قاع البحار والمحيطات . | ٧٢ |
| ١٠ — الترمومتر الحراري المتقلب - قبل وبعد إنقلابه . | ٧٤ |
| ١١ — أنبوبة نانسن المنقلبة . | ٧٨ |
| ١٢ — غواصة الأعماق العظمى (تريست) . | ٧٩ |
| ١٣ — إنزال آلة التصوير الخاصة بتصوير الأعماق البعيدة ، من سفينة الأبحاث أطلانتيس لمعهد سكريس الأقيانوغرافي | ٨١ |
| ١٤ — طريقة القلم باستخدام الرداء الخاص (سكوبا) . | ٨٤ |
| ١٥ — الجبال الجليدية حول سواحل قارة أنتاركتيكا . | ١٧٣ |

- ١٦ - مياه بحر مرجاسو . ٢١٢
- ١٧ - جزيرة هوب - حاجز أستراليا العظيم . ٢٣٥
- ١٨ - مورفولوجية حاجز أرلجيتون - حاجز أستراليا العظيم . ٢٤٢
- ١٩ - مدرج بحرى قطبته الأمواج - منطقة لاجولا - كاليفورنيا ٢٤٨
- ٢٠ - مسألة بحرية أنفصامات عن الجروف البحرية المجاورة والتي تتألف من الحجر الرملى الأحمر القديم - رأس دنكاسي - إقليم كيئنس ٢٥٢
- ٢١ - نوعان مختلفان لأشكال إنعكاس التيار بالمياه الضحلة الشاطئية ٢٨٢
- ٢٢ - صورة لقاع البحر فى خاني رومانس عند عمق ٢٥٠٠٠ قدم ٤٢٤
- ٢٣ - عجل البحر . ٤٣٩
- ٢٤ - بعض العقد المتجنيزية فوق أرضية المحيط الهادى عند عمق ١٤٥٠٠٠ قدم . ٦١٤
- ٢٥ - محطة التقطير - المراحل والمخبرات - بالكويت ٦٢٢
- ٢٦ - إحدى الأبراج المائية العالية بالكويت . ٦٢٣
- ٢٧ - أنابيب المياه العذبة التى تعد شرايين الحياة لأرض الكويت . ٦٢٤

المطبعة الحديثة

الإسكندرية



Biblioteca Alexandrina



0540053